

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA E ZOOLOGIA**

**IMPACTO DOS AEROGERADORES SOBRE A AVIFAUNA
E QUIROPTEROFAUNA NO BRASIL**

Matheus Hobold Sovernigo

Florianópolis, 9 de dezembro de 2009

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA E ZOOLOGIA**

**IMPACTO DOS AEROGERADORES SOBRE A AVIFAUNA E
QUIROPTEROFAUNA NO BRASIL**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
disciplina BIO5156 – Estágio II , como requisito
para obtenção do título de Bacharel em Ciências
Biológicas.**

Acadêmico: Matheus Hobold Sovernigo

Orientador: Prof. Msc Alexandre Paulo Teixeira Moreira

Florianópolis, 9 de dezembro de 2009

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Vera Ingrid e Waldir, por terem me criado, sustentado e educado por toda essa vida, além de terem apoiado a minha escolha profissional e auxiliado em muito na obtenção de contatos e dados para o desenvolvimento de meu TCC.

Aos profissionais das mais diversas áreas, que gentilmente me cederam informações pessoais sobre o estado ou impacto de alguma das usinas estudadas, quando não era possível me deslocar até a fonte de informação, ou quando essa não estava publicada em lugar algum.

Aos meus ex-colegas de trabalho na Eletrosul, principalmente Djoni, Bel, Arnaldo, Maycon e Felipe, que estavam quase todos os dias da semana junto a mim me apoiando e auxiliando de diversas formas a elaborar esse estudo feito em grande parte nos momentos em que estava livre durante o estágio, e cuja idéia surgiu durante a elaboração dos estudos ambientais para a implantação de um parque eólico por parte da empresa.

Aos funcionários da FATMA e da FEPAM, sobretudo Lenir e Clarice, que me permitiram o acesso a importantes documentos utilizados.

A meu orientador, a quem tive certo contato durante a graduação e cuja pessoa decidi escolher para me ajudar a encerrá-la, corrigindo meu TCC.

Aos consultores da banca, fundamentais na correção e aprimoramento do texto.

Aos meus amigos, tanto os que me acompanham desde a infância e adolescência quanto os que fiz ao longo do curso, e que me incentivaram a produzir esse extenso porém relevante trabalho.

A todas as outras pessoas não mencionadas que, por uma simples palavra de admiração pelo assunto tratado por minha pesquisa, me ajudaram a não desistir frente às dificuldades.

Enfim, agradeço profundamente a cada uma dessas pessoas por terem tornado possível a produção e finalização desse meu tão sonhado Trabalho de Conclusão de Curso, que me torna apto a ser um profissional que desejo desde minha infância, um Biólogo.

RESUMO

A energia eólica, utilizada comercialmente desde 1976, vem apresentando um impulso em sua geração nas últimas décadas, devido ao esgotamento dos combustíveis fósseis e o aumento do aquecimento global e poluição. No Brasil, o primeiro aerogerador foi instalado em 1992, mas foi somente em 2002 que a instalação de usinas eólicas no país se tornou expressiva. A respeito dos danos ambientais, sabe-se que são principalmente os sonoros, visuais e eletromagnéticos, além dos efeitos sobre a fauna alada. Vários estudos, sobretudo na América do Norte e Europa, tem definido o impacto dos aerogeradores em aves e morcegos (redução e exclusão de habitat disponível, barreira intransponível, colisão com os aerogeradores, eletrocussão no choque com as linhas de transmissão associadas, redução no crescimento e no sucesso reprodutivo) e suas causas (condições meteorológicas adversas, altas densidades, atividade/comportamento e morfofisiologia da espécie, corredores migratórios, aerogeradores antigos). Já no Brasil, o conhecimento relativo a esses impactos, ainda que inicial, está restrito aos relatórios de licenciamento ambiental, praticamente inacessíveis a grande parte da população e pesquisadores; assim, os objetivos desse estudo foram compilar esses impactos, bem como as medidas mitigatórias, e expô-los de uma forma clara aos interessados em geral. Os aerogeradores do arquipélago de Fernando de Noronha apesar de serem poucos, apresentam um impacto significativo sobre as aves marinhas presentes, em razão da importância da área para a avifauna. Já as primeiras usinas eólicas de Pernambuco, Minas Gerais, Ceará, Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Norte, por serem de porte não tão elevado, em pequeno número e em regiões onde não há altas concentrações de aves e morcegos, além de corredores migratórios, aparentemente não causam impacto negativo nesses. Em relação ao Rio Grande do Sul, o parque eólico de Osório, em razão de sua localização e porte, tem causado mortes principalmente em morcegos insetívoros durante meses quentes, além da colisão de aves com as linhas de transmissão. Por fim, os grandes parques eólicos em construção e operação principalmente no Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba, apesar de reportarem que não há impacto sobre a fauna alada, devem ter seus dados contestados, visto que muitas dessas usinas têm potencial para causar impactos relevantes e estão sofrendo denúncias e investigações de licenciamento irregular, além do que o monitoramento da avifauna e quiropteroфаuna não foi finalizado, estando em sua maioria ainda na fase inicial.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	5
2 OBJETIVOS.....	16
3 METODOLOGIA.....	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
4.1 PERNAMBUCO.....	18
4.2 MINAS GERAIS.....	21
4.3 CEARÁ.....	23
4.4 PARANÁ.....	29
4.5 SANTA CATARINA.....	31
4.6 RIO GRANDE DO NORTE.....	35
4.7 RIO GRANDE DO SUL.....	37
4.8 PARAÍBA.....	44
4.9 PIAUÍ.....	46
4.10 RIO DE JANEIRO.....	47
4.11 BAHIA.....	47
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
REFERÊNCIAS.....	52

1 INTRODUÇÃO

Com o mundo sentindo os efeitos do esgotamento do petróleo, da poluição e do aquecimento global devido em parte à queima em excesso dos combustíveis fósseis, nas últimas décadas tem-se intensificado os esforços para buscar alternativas que complementem e substituam o uso desses combustíveis na geração de energia. Uma dessas é a energia eólica.

O aproveitamento eólico tem sido utilizado há milênios pela humanidade na moagem de grãos e no bombeamento de água, além de outros fins. Desde cerca de 200 a.C. há registro de moinhos de vento espalhados pelos continentes do velho mundo. Em 1887, nos Estados Unidos da América (EUA.), tem-se a primeira notícia de geração de energia elétrica através de uma turbina eólica, precursora das atuais (CAMARGO, 2005). Os primeiros experimentos de aproveitamento eólico-elétrico para a geração suplementar de energia em grande escala datam das décadas de 1940 e 1950 nos EUA. e Dinamarca (AMARANTE et al., 2001). Não obstante, foi apenas em 1976 que a primeira turbina eólica comercial, também chamada de aerogerador, cuja função é gerar energia elétrica através dos ventos, foi ligada à rede elétrica, na Dinamarca (BRASIL, 2003). Ao longo das décadas de 1980 e 1990, a energia eólica foi se espalhando globalmente e crescendo, tanto em número quanto em tamanho e potência gerada, inclusive no mar, com as usinas eólicas *offshore*, implantadas a partir de 1991, também na Dinamarca (BARTHELMIE et al., 1996). A produção atual global é de mais de 120 GW, gerados sobretudo por EUA., Alemanha, Espanha, China e Índia (GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL, 2008).

Enquanto o valor do custo de geração de energia por fontes não renováveis como carvão e gás tem aumentado nos últimos anos, as fontes renováveis têm seguido o rumo inverso, com uma brusca queda no custo de sua produção. Devido aos avanços tecnológicos e de projeto na produção e instalação da turbina, o custo da energia eólica passou de cerca de US\$ 0,30/kWh no início dos anos 80 para até abaixo de US\$ 0,05/kWh a partir de 2006, sob condições favoráveis em países desenvolvidos, tornando-se compatível com o valor das fontes não renováveis (LAYTON, 2009). Além disso, também há os mecanismos institucionais de incentivo, por meio de subsídios e remuneração por energia produzida, que tem ajudado a incrementar a produção desse tipo de energia (AMARANTE et al., 2001).

No Brasil, a partir da segunda metade da década de 1970, universidades e institutos de pesquisa, em associação com entidades estrangeiras, principalmente da Alemanha, iniciaram pesquisas para o desenvolvimento de aerogeradores de pequeno porte (MARQUES, 2004). Já a primeira turbina de grande porte da América Latina foi instalada no arquipélago de Fernando de Noronha em 1992, contribuindo na época com 10% da energia gerada nas ilhas. Outras poucas usinas foram sendo construídas pelo país, até que em 2002 surgiu o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), o que determinou um impulso na construção de usinas eólicas no Brasil (BRASIL, 2003). Mais recentemente, foi lançado um leilão para a contratação reserva de energia eólica que será realizado no final desse ano, no qual 441 projetos estão habilitados em 11 estados brasileiros (BRASIL, 2009c).

Hoje em dia, há 36 usinas eólicas em operação no país, todas *onshore* (em terra), gerando mais de 602,284 MW, que correspondem a apenas 0,57% da matriz energética brasileira. Ainda, 10 usinas eólicas estão em construção e uma grande quantidade está em planejamento (BRASIL, 2009a).

Visto que os aerogeradores começam a gerar energia a partir de ventos acima de 3 m/s e atingem sua potência máxima a cerca de 13 m/s, e, ainda, que são considerados potencialmente proveitosos os locais onde o vento possui velocidade média anual igual ou maior do que 7 m/s, há extensas áreas com potencial para o aproveitamento eólico em todas as regiões do país, sobretudo no Nordeste, seguido pelo Sudeste, Sul, Norte, e, por último, Centro-Oeste (FIG. 1) (AMARANTE et al., 2001).

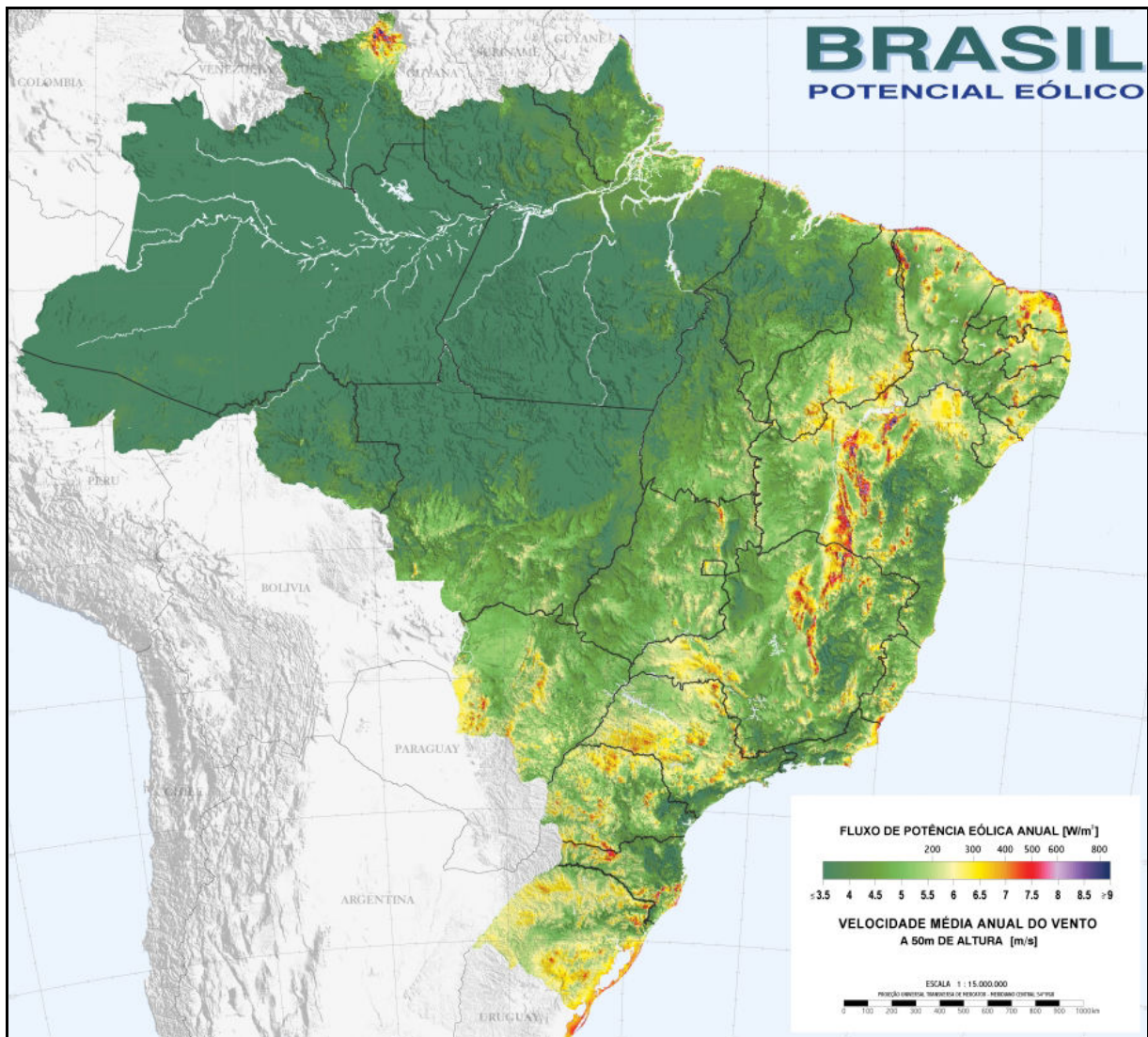


FIGURA 1 - Velocidade média anual do vento a 50 metros de altura, indicando o potencial eólico brasileiro.

Fonte: AMARANTE et al., 2001.

Em decorrência da corrida desenfreada para a instalação de aerogeradores nas áreas com maior disponibilidade de ventos, por ser considerada uma energia limpa, a princípio foi relegado a segundo plano o aspecto dos danos socioambientais causados pelas turbinas eólicas, que são principalmente os sonoros, visuais e eletromagnéticos (BRASIL, 2003), além dos impactos sobre a fauna alada, também associados aos anteriormente citados.

Os primeiros estudos envolvendo os animais afetados pelos aerogeradores descreveram as aves e insetos voadores como os grupos mais atingidos (ROGERS et al., 1976,

1978). Apenas cerca de 20 anos depois é que as colisões de morcegos com os aerogeradores, consideradas uma das mais problemáticas atualmente, começaram a ser avaliadas em estudos próprios (OSBORN et al., 1996 apud BARCLAY; BAERWALD; GRUVER; 2007), provavelmente devido ao menor interesse político associado ao desconhecimento da relevância do papel ecológico desempenhado pela ordem Chiroptera. Associado a isso está a menor percepção dos danos, devido a serem crípticos, além da quantidade de pesquisadores que também é inferior.

Sobre a avifauna, um grande número de impactos tem sido evidenciado. Um encontro para discuti-los em Portugal (SOCIEDADE PORTUGUESA PARA O ESTUDO DAS AVES, 2005) definiu como impactos dos parques eólicos os seguintes: redução de habitat disponível, barreira intransponível, colisão com os aerogeradores, eletrocussão no choque com as linhas de transmissão associadas, exclusão do habitat, redução no sucesso reprodutivo. Para reduzir esses impactos, deve-se conhecer profundamente as áreas onde serão implantados novos parques eólicos, através de estudos de monitoramento a longo prazo que abranjam pelo menos 3 ciclos anuais.

Os resultados obtidos em diversos estudos na Europa permitem concluir que o risco de mortalidade de aves devido a colisões com aerogeradores é reduzido, estando frequentemente associado a condições de fraca visibilidade (nevoeiros) e corredores migratórios. Além disso, as aves de rapina e os passeriformes são referências habituais entre os grupos de aves mortas por colisão com os aerogeradores (MENDES; COSTA; PEDREIRA, 2002). Os fatores responsáveis pela colisão de aves com os aerogeradores incluem: condições meteorológicas, abundância, atividade/comportamento da espécie, morfologia/fisiologia da espécie, características orográficas, corredores de migração ou de deslocamento diário.

Existem, no entanto, casos como o do parque eólico de Tarifa no sul da Espanha, em que devido à inadequada localização (Tarifa encontra-se numa rota migratória extremamente importante e inclusive é uma área de proteção especial para aves) e elevada dimensão, os impactos sobre a avifauna, principalmente sobre aves de rapina, podem ser bastante significativos. A taxa de mortalidade desse tipo de ave foi muito maior que o indicado em estudos europeus precedentes (MARTÍ MONTES; BARRIOS JAQUE, 1995 apud LOWTHER, 2000). Outros casos de impactos consideráveis em aves devem-se a turbinas antigas, de pequeno porte,

com torres treliçadas, como a maioria dos aerogeradores da Califórnia, EUA. (EWEA, 2003 apud CAMARGO, 2005).

Estimativas de aves e morcegos mortos por ano junto a aerogeradores encontram-se presentes em diversos estudos. O problema é que a maioria deles, excetuando-se alguns dos mais atuais, não levam em consideração a remoção de carcaças por animais carniceiros, subestimando assim, a taxa de mortalidade real. Outro fator que causa essa subestimação é a diferença na dificuldade de achar carcaças de morcegos devido à diversidade na vegetação ao redor das turbinas. Barclay; Baerwald; Gruver (2007) compilaram o resultado de diversos estudos sobre a fatalidade em aves e morcegos na América do Norte, e aplicaram um fator de correção para ajustar os valores, de acordo com o que foi mencionado anteriormente. O resultado é que a variação entre locais é grande. Para as aves, estimou-se desde 0,63 aves mortas por turbina a cada ano em Vansycle, no estado do Oregon, E.U.A. (ERICKSON et al., 2000 apud BARCLAY; BAERWALD; GRUVER, 2007), até 9,33 em Buffalo Mountain, Tennessee, EUA. (FIEDLER, 2004 apud BARCLAY; BAERWALD; GRUVER, 2007). Enquanto isso, em morcegos, a variação foi de 0,01 morcegos mortos por turbina a cada ano em Altamont, no estado da Califórnia, EUA. (SMALLWOOD ; THELANDER, 2005 apud BARCLAY; BAERWALD; GRUVER, 2007), até 42,7 em Mountaineer, West Virginia, EUA. (KERNs et al., 2005 apud BARCLAY; BAERWALD; GRUVER, 2007), havendo-se assim, a necessidade de analisar cada empreendimento separadamente para se descobrir o que estaria causando tal impacto.

No entanto, com relação à mortalidade da avifauna em razão da instalação de parques eólicos, sua significância deve estar relacionada a outros fatores, tais como causas antropogênicas. Isso foi realizado por meio de estimativas nos EUA. Essa comparação não é totalmente apropriada, devido à imprecisão dos dados, o não conhecimento das consequências demográficas dessas causas de morte, a irrelevância ecológica de agrupar todas as espécies em um grupo e a utilização de uma escala espacial tão vasta; apesar disso, a diferença entre as mortes causadas por aerogeradores em comparação com outros motivos de origem humana é tão desproporcional que precisa ser mencionada. Segundo estudos, colisões com janelas de prédios matam de 97 a 976 milhões de aves anualmente; linhas de alta tensão ocasionam pelo menos 130 milhões de fatalidades, talvez mais de 1 bilhão; carros matam 80 milhões de aves; compostos químicos tóxicos mais que 72 milhões; torres de comunicação entre 4 e 5 milhões em estimativas conservadoras, podendo chegar a 50 milhões; enquanto isso, as turbinas eólicas matam entre 20 a

37 mil aves por ano, ou seja, menos de 0,003% do total (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 2007).

Com o passar dos anos, à medida que a tecnologia avança, a tendência tem sido de se aumentar o tamanho das pás, o que reduz proporcionalmente a velocidade de rotação. Por conseguinte, isso acarreta em uma maior possibilidade de serem evitadas por aves, tornando os aerogeradores menos nocivos a esses grupos animais (AMARANTE et al., 2001; TUCKER, 1996). No entanto, há um efeito ótico chamado *motion smear* que causa o desaparecimento das turbinas em rotação da visão das aves ao se aproximarem a uma certa distância inversamente proporcional à velocidade de rotação, principalmente nas pontas das pás, onde a velocidade é consideravelmente maior. Para reduzir esse efeito, foram testados diferentes modos de pintura das pás, obtendo bons resultados em laboratório com o padrão de pintura de uma pá toda de preto e duas pás não pintadas. Tais experimentos devem ainda ser testados em campo para comprovar a melhoria da acuidade visual, porém é esperado que ajudem na redução do impacto em aves (HODOS, 2003), embora ainda não sejam utilizados como medida mitigatória.

Analisando os estudos apresentados e outros tantos existentes, constata-se que existem sim impactos significativos sobre a avifauna; porém, esses impactos podem e estão sendo reduzidos, tomando-se as devidas precauções antes de iniciar a operação dos parques eólicos. São essas: evitar a instalação das turbinas em áreas importantes de hábitat, como as de repouso, alimentação e reprodução; evitar áreas de corredores de migração; arranjar adequadamente as turbinas no *layout* do parque, sendo a melhor forma a de um conjunto denso para espécies locais e em linha paralela à rota de migração para aves migratórias; usar torres tubulares e com pás em materiais sintéticos, ao invés das treliçadas e com pás metálicas; implantar sistema de transmissão subterrâneo (CAMARGO, 2005).

Em relação à quiropteroфаuna, ultimamente tem-se detectado um número cada vez maior de morcegos mortos próximo a aerogeradores, principalmente em espécies migratórias insetívoras arborícolas. Isso está acontecendo porque os estudos de impacto ambiental até cerca de uma década atrás não se estendiam à quiropteroфаuna, tanto é, que em muitos estudos a mortalidade em morcegos é proporcional ao esforço amostral desses (KUNZ et al., 2007). Para explicar a alta mortalidade nesses animais, que possuem uma capacidade de ecolocalização cuja maior eficiência se dá em objetos móveis, como as pás do aerogerador (JEN; MCCARTY, 1978), e, por conseguinte, para ajudar a aprimorar os programas de conservação e reduzir os impactos,

as causas de morte devem ser conhecidas. Para isso, várias explicações têm sido propostas, a maioria delas em virtude da atração dos morcegos por insetos para sua alimentação (KUNZ et al., 2007).

Uma das causas é conhecida como a hipótese do corredor linear (KUNZ et al., 2007). Usinas eólicas feitas nos topos de cadeias de montanhas arborizadas, como têm ocorrido mais recentemente nos EUA, criam clareiras em paisagens lineares que atraem os morcegos, tanto para o forrageio de insetos quanto para a sua migração, aumentando a chance de colisão (ARNETT et al., 2005).

Outra hipótese afirma que os quirópteros não utilizam a ecolocalização durante a migração do mesmo modo como quando não estão migrando. Apesar da falta de dados consistentes a respeito, acredita-se que emitam esses sons de forma reduzida, ou pelo menos com menor frequência, para poupar energia (AHLÉN, 2003). E como a ecolocalização na maioria das espécies praticamente não é efetiva além dos 10 m de distância (FENTON, 2004 apud KUNZ et al., 2007), sendo de 3 a 5 m em espécies norte-americanas (ARNETT et al., 2005), isso explicaria a maior quantidade de choques contra os aerogeradores em atividades migratórias, principalmente à noite (KUNZ et al., 2007).

Ainda, segundo a hipótese da atração acústica (KUNZ et al., 2007), podem ser atraídos pelos sons audíveis e/ou ultrassônicos produzidos pelos aerogeradores, ou então, podem ficar acusticamente desorientados ao encontrar essas estruturas durante a migração ou alimentação. Além disso, quando as pás giram à mesma frequência que o som emitido pelos morcegos, esses sons se anulam, ficando o aerogerador invisível ao animal.

Kunz et al. (2007) e Cryan (2008) também citam a hipótese de que os morcegos estão confundindo os aerogeradores com árvores. Algumas espécies migratórias que buscam a árvore mais próxima durante o alvorecer para repouso podem estar confundindo as torres dos aerogeradores com essas árvores. Isso deve ocorrer principalmente em locais onde não existem outros indivíduos de porte arbóreo presentes em quantidade significativa, como campos, ou ainda em parques eólicos *offshore* (no mar) (AHLÉN, 2003). Como espécies que se abrigam em árvores frequentemente o fazem em espécies de tamanho elevado, a tendência atual em se instalar aerogeradores com torres cada vez maiores faz com que haja uma elevação na mortalidade dessas espécies de morcegos, tanto pela causa descrita anteriormente quanto pelo fato desses aerogeradores maiores atingirem o espaço aéreo dos morcegos migratórios (BARCLAY;

BAERWALD; GRUVER, 2007). Outra parte dessa hipótese diz que os quirópteros se chocam com os aerogeradores durante atos de acasalamento. A maior parte das fatalidades ocorre entre o final do verão e o outono, em espécies arborícolas, justamente o perfil das espécies que se acasalam durante esse período ao redor de árvores altas, que nesse caso estariam sendo confundidas por aerogeradores (CRYAN, 2008).

Quanto à hipótese da atração por calor (KUNZ et al., 2007), insetos, naturalmente atraídos pelo calor produzido na parte superior da torre, dentro da nacela e nas pás, atraem os morcegos durante o final da tarde e à noite, tanto espécies migratórias quanto residentes, para próximo dos aerogeradores, ocasionando em fatalidades (AHLÉN, 2003).

Os insetos também são atraídos pela luz, bem como os morcegos que podem ser atraídos tanto pelas lâmpadas colocadas nos aerogeradores para sinalização aérea quanto por esses insetos (ARNETT et al., 2005; HORN; ARNETT; KUNZ, 2008).

Já a hipótese da baixa velocidade do vento, também citada por Kunz et al. (2007), diz que a mortalidade em morcegos que estejam se alimentando é maior durante períodos de baixa velocidade do vento (até cerca de 5 m/s), porque apesar da velocidade de rotação dos aerogeradores estar reduzida, são nesses períodos em que os insetos estão mais ativos.

Outra causa plausível é a hipótese da inversão térmica (KUNZ et al., 2007). Segundo ela, a quiropterofauna é mais afetada durante esse fenômeno atmosférico, antes ou após frentes de tempestade, já que a formação de densa neblina a baixas altitudes e deslocamento de massas de ar quente para o topo dos morros concentra tanto insetos quanto morcegos para esses locais, aumentando os riscos de colisão (DÜRR; BACH, 2004).

Como uma parte dos quirópteros possui receptores sensíveis a campos magnéticos, a grande emissão desses campos em proximidade à nacela dos aerogeradores pode causar desorientação nesses morcegos, resultando em mais mortes (KUNZ et al., 2007).

Por fim, a hipótese da descompressão (KUNZ et al., 2007). Segundo essa causa, os morcegos, atraídos por algum dos meios anteriores, sofrem um barotrauma devido à súbita queda de pressão atmosférica ao se aproximar das pás das turbinas eólicas, como observado por Dürr ; Bach (2004), na Alemanha, e Baerwald et al. (2008), no Canadá. Dos morcegos mortos durante esse último estudo, em áreas cultivadas, 100% sofreram lesões pulmonares e 92% hemorragia interna, dando credibilidade para a hipótese. Isso provavelmente não ocorre em aves devido à

diferença na anatomia do sistema respiratório, que suporta diferenças de pressão bem maiores do que em mamíferos (WEST; WATSON ; FU, 2007).

Tendo em vista o exposto, para ocorrer a redução da mortalidade em quirópteros algumas medidas importantes teriam de ser tomadas, como a proibição da instalação de aerogeradores em rotas de migração de morcegos, florestas e outros locais de forrageio, procriação e repouso de morcegos (HARBUSCH; BACH, 2006). Como esses mamíferos voadores têm como principal sentido a audição, uma medida mitigatória eficaz deve envolvê-la. A produção de um repelente sonoro para esses animais é complicada devido às propriedades do ultrassom, que se atenua rapidamente no ar (JONES, 2005 apud NICHOLLS; RACEY, 2007). Contudo, descobriu-se recentemente que a radiação eletromagnética associada aos radares é capaz de afastar os morcegos de seu entorno. As hipóteses sugeridas para esse efeito são a de que ocorre uma sobrecarga térmica no corpo do morcego, ou então de que as ondas audíveis captadas pelo animal interfiram na sua ecolocalização. De qualquer forma, é uma medida que pode atenuar em grande escala o impacto na quiropterofauna se implantado nos parques eólicos (NICHOLLS; RACEY, 2007). Outra medida estudada no Canadá, Alemanha e EUA como potencialmente eficaz em reduzir em pelo menos 50% a mortalidade com uma redução inexpressiva da potência gerada é o aumento da velocidade do vento de partida, a partir do qual a turbina começa a gerar energia, primordialmente durante a noite, período em que os morcegos estão mais ativos, principalmente em baixas velocidades do vento. Embora novos estudos sejam necessários para se conhecer a velocidade do vento de partida ideal em diferentes tipos e tamanhos de turbinas, bem como em distintos regimes de vento e habitats, esse método de mitigação é um dos mais promissores atualmente (ARNETT et al., 2009).

Anteriormente foram expostos os principais impactos e causas desses impactos em aves e morcegos por usinas eólicas *onshore*, além dos métodos de mitigação. Apesar de o Brasil não possuir nenhuma usina *offshore* em operação, instalação ou planejamento, o primeiro estudo a respeito da viabilidade desses parques eólicos de última geração atesta para a possibilidade desse tipo de empreendimento ser implantado no futuro no país, devido ao enorme potencial de geração no litoral sul e sudeste do Brasil (PIMENTA; KEMPTON; GARVINE, 2008). Embora o custo para implantação desses aerogeradores seja bastante elevado, a velocidade do vento no mar é consideravelmente mais alta. Antes da instalação dessas usinas, deve-se conhecer seus efeitos

sobre o meio ambiente; sobre aves e morcegos, os primeiros estudos foram realizados por Hüpopp et al. (2006) e Ahlén et al. (2007).

Hüpopp et al. (2006) estudaram o possível impacto de usinas *offshore* no Mar do Norte, na Europa, por mais de um ano. Os resultados mostraram que há uma grande migração de aves durante o dia e à noite, o ano todo, em alturas compatíveis com as turbinas, atravessando o mar onde estão sendo instalados os aerogeradores. Ainda, durante condições climáticas adversas, que gerem visibilidade reduzida, aumenta em muito os riscos de colisão, principalmente em passeriformes. Dessa forma, as medidas mitigatórias sugeridas são: a não construção de parques eólicos em zonas de migração densa e em locais de repouso e alimentação, o alinhamento dos aerogeradores em colunas paralelas à principal direção da migração, a presença de corredores de vários quilômetros entre turbinas para a migração livre, o desligamento de turbinas em noites onde haja previsão de clima adverso e alta intensidade de migração e a mudança de luz contínua para intermitente nos aerogeradores. Boa parte dessas medidas é aplicável no caso do Brasil, tendo em vista a considerável migração litorânea de aves por esse país (VOOREN; BRUSQUE, 1999), devendo ser utilizadas quando esses parques eólicos *offshore* forem construídos.

Ahlén et al. (2007), por sua vez, estudaram o efeito sobre quirópteros no Mar Báltico. Constataram que, assim como em usinas *onshore* (KUNZ et al., 2007), o principal motivo do impacto com os aerogeradores, tanto para morcegos migratórios como residentes é a presença dos insetos em proximidade a essas turbinas eólicas. Por isso, deve-se evitar a implantação de usinas *offshore* em meio a rotas migratórias de morcegos e em locais com grande concentração de insetos.

Outro tipo de turbina que está tendo um aumento considerável nos últimos anos é a microturbina, geralmente instalada nos telhados de residências. Casos de aves e morcegos mortos por esses aerogeradores de pequeno porte estão sendo reportados em diversos locais no planeta, e embora apenas agora esteja sendo feito o primeiro estudo a respeito do impacto desses aparelhos, a entidade Bat Conservation Trust recomenda que não sejam instalados próximos a locais de repouso, alimentação e rotas de vôo dessas espécies (BAT CONSERVATION TRUST, 2009). Um estudo a respeito da interação dos pulsos de ecolocalização da quiropteroфаuna com as microturbinas revelou que suas pás girando em velocidades do vento de 4 a 5 m/s produzem ecos que interferem na capacidade dos morcegos em se esquivar de objetos. Assim, foi sugerido que

para reduzir a mortalidade deve-se aumentar o número de pás e sua largura, e também a velocidade mínima para o início operacional, ausente em muitas microturbinas (LONG, 2009).

Outros métodos de se extrair energia dos ventos também tem sido estudados, como o aerogerador de eixo vertical de Darrieus. Produzidos em escala principalmente nos EUA e no Canadá durante as décadas de 1980 e 1990, esse modelo de turbina apresentava impacto semelhante à avifauna, embora os cabos de sustentação pudessem representar um risco extra de colisão com aves e morcegos (PARASCHIVOIU, 2004). Diversas formas inovadoras de aerogeradores que causem menor ou até nenhum impacto sobre aves e morcegos tem sido testados por pesquisadores de muitos países, embora não haja produção em escala desses novos modelos de turbinas ainda.

2 OBJETIVOS

Este trabalho possui como objetivo realizar uma revisão bibliográfica referente à descrição dos impactos previstos e causados a instalação e operação dos parques eólicos sobre a avifauna e quiropteroфаuna no Brasil e discuti-los com os resultados dos impactos registrados em usinas eólicas de outros países.

Além disso, a pesquisa também tem como objetivo apresentar as medidas mitigatórias utilizadas e propostas para reduzir esse impacto.

3 METODOLOGIA

Para a realização do estudo, foi feito um levantamento de dados bibliográficos nas bases de dados Biological Abstracts, Web of Science, Bio One, CSA Environmental Engineering Abstracts, Scopus, Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts, PubMed, CAB Abstracts, Portal SciELO e Google Acadêmico, utilizando diversas palavras-chave relacionadas ao assunto. *Sites* especializados, bem como pesquisadores do tema também foram consultados. Além disso, foram consultados e incorporados ao trabalho os relatórios ambientais, tais como o Relatório Ambiental Simplificado (RAS), o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), e os relatórios das campanhas de monitoramento de avifauna e quiropteroфаuna de usinas eólicas brasileiras em implantação ou operação, passíveis de serem obtidos, através de contato com empresas de consultoria ambiental, empreendedores das usinas eólicas e órgãos ambientais de licenciamento.

Há uma enorme dificuldade em se obter esses relatórios ambientais, visto que no Brasil apenas o RIMA é público, de acordo com a legislação vigente (BRASIL, 1986), e, ainda, há uma má vontade por grande parte dos portadores desses documentos em disponibilizá-los ao público e mesmo aos pesquisadores do tema.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Brasil, a partir de 1986, todos os empreendimentos de geração de energia elétrica com capacidade maior do que 10 MW tiveram que apresentar EIA/RIMA para a procedência de seu licenciamento ambiental (BRASIL, 1986). Como nenhuma usina eólica encontrava-se nessa categoria até a elaboração de uma legislação específica para eólicas (BRASIL, 2001), não houve exigência à realização de estudos ambientais. A partir de 2001, a geração de energia eólica passou a ser considerada como de pequeno potencial de impacto, sendo exigido para tanto a elaboração do RAS, não importando seu porte. Em alguns estados há legislação específica sobre o licenciamento ambiental de usinas eólicas.

O resultado da pesquisa sobre os impactos será apresentado a seguir em ordem cronológica de implantação das usinas por estado.

4.1 PERNAMBUCO

Em junho de 1992 foi instalada a primeira turbina eólica do Brasil, na ilha principal do Arquipélago de Fernando de Noronha (FIG. 2). A turbina com 17 m de diâmetro das pás e torre treliçada quadrangular de 23 m de altura gera 75 kW, o que na época em que foi implantada correspondia a 10% da energia da ilha (BRASIL, 2003).



FIGURA 2 - Primeiro aerogerador do Arquipélago de Fernando de Noronha.

Fonte: BRASIL, 2003.

A segunda turbina (FIG. 3), que já possuía torre tubular e produzia 225 kW, teve sua instalação em maio de 2000 e operação em 2001. Junto com a outra turbina gerava até 25% da eletricidade de Fernando de Noronha (BRASIL, 2003), quando foi atingida por um raio em março de 2009 e desde então está desativada e sem planos de ser reparada (RAIO..., 2009).



FIGURA 3 - Segundo aerogerador do Arquipélago de Fernando de Noronha.

Fonte: BRASIL, 2003.

Ambos aerogeradores, além de outro de pequeno porte utilizado num sistema híbrido para a comunicação da ilha, não exigiram estudos ambientais devido ao porte e data de instalação (BRASIL, 1986, 2001). Apesar disso, sabe-se que a turbina em operação da ilha tem atingido um número significativo de aves, segundo um guia turístico local, o que gerou, inclusive, complicações com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) (VALDECY, comunicação pessoal).

Esse fato já era esperado, devido às características biogeográficas da região que a tornam própria para a migração e reprodução de diversas espécies de aves marinhas, além da presença da juruviara-de-noronha (*Vireo gracilirostris*), cocoruta (*Elaenia ridleyana*), ribaça (*Zenaida auriculata noronha*) e garça-vaqueira (*Bubulcus ibis*), aves terrestres que colonizaram naturalmente o arquipélago (SAZIMA; HAEMIG, 2006), sendo que as 2 primeiras possuem distribuição restrita às ilhas de Fernando de Noronha, estando assim ameaçadas de extinção (vulnerável - VU) pelos mais diversos fatores de ocupação das ilhas (SILVEIRA; STRAUBE, 2008). Além disso, a estrutura da torre em treliça é um fator agravante, já que propicia locais para o enpoleiramento e criação de ninhos de aves, além de apresentar menor visibilidade que as torres tubulares (AMERICAN BIRD CONSERVANCY, 2007).

Quanto aos morcegos, não há problemas de impacto, visto que não há nenhuma espécie de Chiroptera no arquipélago (SAZIMA; HAEMIG, 2006).

No continente, em Olinda, foram instaladas turbinas eólicas no Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE), sendo uma de 300 kW, com torre tubular de 31 m de altura e pás com 29 m de diâmetro, outra de 30 kW, com torre treliçada de 20 m de altura e pás com 13 m de diâmetro (FIG. 4), além de outras de porte reduzido. Contam com sensores e instrumentos e são usadas para testes experimentais (CENTRO BRASILEIRO DE ENERGIA EÓLICA, 2009).



FIGURA 4 - Aerogeradores experimentais de Olinda.

Fonte: CENTRO BRASILEIRO DE ENERGIA EÓLICA, 2009.

Também devido ao porte e data de instalação, não houve a necessidade de estudos ambientais (BRASIL, 1986, 2001); assim, sabe-se que não possui impacto sobre aves e morcegos apenas por relatos de moradores e funcionários. A maior das turbinas, entretanto, encontra-se hoje em dia desativada (VINÍCIUS, comunicação pessoal).

Cinco novas usinas eólicas estão em construção em Pernambuco, nos municípios de Gravatá, Pombos e Macaparana, no interior do estado. Quando estiverem prontas, em janeiro de 2010, terão 3 turbinas eólicas cada, gerando 4250 MW em cada usina (BRASIL, 2009a; SUAPE, 2009).

4.2 MINAS GERAIS

A única usina eólica do estado, primeira ligada ao Sistema Interligado Nacional (SIN), foi implantada em 1994 no município de Gouveia. Possui 4 aerogeradores de 250 kW cada em operação, com pás de 29 m de diâmetro e torre de 30 m de altura (FIG. 5) (BRASIL, 2003).



FIGURA 5 - Central Eólica Experimental do Morro do Camelinho.

Fonte: BRASIL, 2003.

A usina, localizada em uma área de cultivo no planalto de Minas Gerais, por ser experimental, não possui ou possuiu acompanhamento mensal de acidentes com animais alados na usina. De acordo com o Gestor da Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig), além do relato de trabalhadores que cuidam da manutenção dos aerogeradores, as únicas informações que existem sobre impactos ambientais se referem a choque de besouros contra as pás, mas não em quantidade significativa. Não se tem notícias de algum acidente envolvendo morcegos ou aves, a não ser por um caso único e não comprovado de morcego que se chocou contra a pá de um aerogerador (LISBOA, 2009).

Os fatores que podem explicar esse impacto quase que totalmente inexistente podem ser vários, dentre eles: pequena quantidade e porte dos aerogeradores, inexistência de rotas migratórias de aves e morcegos, pequena densidade de morcegos nesse tipo de ambiente. Porém, uma pesquisa mais profunda deve ser feita pra elucidar a ausência desse impacto, sobretudo se forem construídas novas usinas na região, visto que o local constitui um ecótono entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica, há uma grande quantidade de espécies de aves, inclusive endêmicas (RODRIGUES et al., 2005).

4.3 CEARÁ

O estado com o maior potencial eólico em aproveitamento do país atualmente (BRASIL, 2009a), praticamente todo sobre dunas, teve seus primeiros aerogeradores em funcionamento em outubro de 1996, na Central Eólica Mucuripe. Na época foram instaladas 4 turbinas com 300 kW de potência cada, que operaram até o ano de 2000 quando foram desativadas, devido a problemas de corrosão em alguns componentes, causados pela maresia (MARQUES, 2004). Em 2002 ocorreu a troca desses aerogeradores por outros 4 mais modernos (FIG. 6), de 600 kW cada, gerando desde então 2,4 MW, no parque eólico localizado no litoral de Fortaleza (BRASIL, 2003).



FIGURA 6 - Central Eólica Mucuripe.

Fonte: BRASIL, 2003.

Localizado em uma zona portuária, o impacto indireto ou direto às aves e morcegos é irrelevante, se considerado o alto grau de antropização da área, e o porte reduzido e

quantidade dos aerogeradores. Ainda assim é possível que ocorra sobre as aves costeiras que possivelmente utilizam o pequeno trecho vegetado como ecótopo. É bem provável que não haja rota migratória de pássaros, já que se localiza entre 2 usinas eólicas em que não há rotas de migração (LAGE; BARBIERI, 2001), estando a cerca de 55 km da Central Eólica de Taíba e a 20 km Central Eólica de Prainha.

Já o segundo parque eólico do estado, primeiro do mundo a ser instalado em dunas, a Central Eólica de Taíba (Fig. 7) está em operação no município de São Gonçalo do Amarante desde janeiro de 1999 (BRASIL, 2003). É composto por 10 aerogeradores de 500 kW cada, totalizando 5 MW de potência, sendo que as pás possuem 40 m de diâmetro e a torre 45 m de altura.



FIGURA 7 - Central Eólica de Taíba.

Fonte: BRASIL, 2003.

Em abril de 1999, em Aquiraz, entrou em operação o terceiro parque eólico do Ceará, que foi o maior em operação no país até 2006. A Central Eólica de Prainha (FIG. 8) é composta por 20 turbinas de 500 kW e também se encontra sobre dunas (BRASIL, 2003).



FIGURA 8 - Central Eólica de Prainha.

Fonte: <http://www.panoramio.com/photo/17797558>.

Tanto a Central Eólica de Taíba quanto a de Prainha apresentam características ambientais semelhantes. Ambas estão localizadas sobre dunas e em seu entorno há a presença de grandes trechos de restinga e corpos de água doce, locais atraentes para a avifauna. Nos locais onde os parques foram implantados, segundo os EIA/RIMA desses, não há rota migratória de pássaros, bem como também não houve deslocamento de populações nativas ou remanejamento de quaisquer espécies (LAGE; BARBIERI, 2001). Deve ser ressaltado que as linhas de transmissão que percorrem entre os aerogeradores da Central Eólica de Prainha são aéreas (Fig. 8), ao contrário do recomendado para evitar a colisão e eletrocussão com aves e morcegos.

Desde 2008, outra usina está em operação em São Gonçalo do Amarante, a Taíba-Albatroz, com geração de 16,5 MW por meio de 8 turbinas. A usina sofreu denúncias de licenciamento inapropriado, quase anulado, sendo que uma das causas foi o desmatamento de 2,2 ha de dunas recobertas por vegetação nativa (CORDEIRO, 2008; BRASIL, 2009a).

Em Beberibe, 3 usinas eólicas estão em operação: Parque Eólico de Beberibe (FIG. 9) (25,6 MW), Foz do Rio Choró (FIG. 10) (25,2 MW) e Eólica Praias de Parajuru (FIG. 11) (28,8 MW) (BRASIL, 2009a).



FIGURA 9 - Parque Eólico de Beberibe.

Fonte: WOBEN WINDPOWER, 2009.



FIGURA 10 – Usina Eólica Foz do Rio Choró.

Fonte: http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo3/019.pdf.



FIGURA 11 - Eólica Praias de Parajuru.

Fonte: <http://info.abril.com.br/noticias/tecnologias-verdes/inaugurado-novo-parque-eolico-no-brasil-20082009-31.shl>.

A primeira das 3 usinas, operante desde agosto de 2008, não gera impacto sobre aves ou morcegos, de acordo com os relatórios ambientais, segundo um dos engenheiros da Tractebel (empresa responsável pela usina) (SILVA, comunicação pessoal).

Desde dezembro de 2008, a usina eólica de Paracuru (FIG. 12) gera 23,4 MW no município de mesmo nome (BRASIL, 2009a).



FIGURA 12: Usina Eólica Paracuru.

Fonte: http://images02.olx.com.br/ui/2/90/76/39558476_1.jpg.

Aracati possui 2 usinas eólicas em operação desde novembro de 2008: Eólica Canoa Quebrada (FIG. 13) (10,5 MW) e Lagoa do Mato (3,23 MW) (BRASIL, 2009a).



FIGURA 13 - Eólica Canoa Quebrada.

Fonte: <http://static.panoramio.com/photos/original/24729958.jpg>.

A maior usina eólica do país (104,4 MW), em operação desde setembro de 2009, é a de Praia Formosa (FIG. 14), situada em Camocim, em zona dunar (BRASIL, 2009a).



FIGURA 14 - Usina Eólica Praia Formosa.

Fonte: <http://www.antonioviana.com.br/2009/areasistema/sistema/modNoticia/arquivos/img4a1ae8665f5e2.jpg>.

Finalmente, a última usina a entrar em operação, em outubro de 2009, foi a Eólica Icaraizinho, de 54,6 MW, no município de Amontada (BRASIL, 2009a).

Após várias denúncias de danos ambientais, como devastação de dunas, aterramento de lagoas e interferências em aquíferos, a Semace (Superintendência Estadual de Meio Ambiente) decidiu cobrar o EIA/RIMA, com base na Lei do Gerenciamento Costeiro, que regula os usos possíveis dos terrenos na costa brasileira. Assim, os novos projetos deverão apresentar esses documentos no processo de licenciamento, para evitar, também, que os dados sejam inconsistentes e insuficientes (DENÚNCIAS..., 2009).

Não é possível determinar se esses grandes parques eólicos recentemente instalados ou em instalação no Ceará estão provocando ou irão provocar impactos significativos em aves ou morcegos, visto que em nenhum deles o monitoramento pós-operação está concluído, além do que na grande maioria se encontra ainda em fase inicial.

Encontram-se em construção as seguintes usinas: Praia do Morgado, de 28,8 MW, e Volta do Rio, de 42 MW, no município de Acaraú; Parque Eólico Enacel, de 31,5 MW, Canoa Quebrada, de 57 MW, e Bons Ventos, de 50 MW, no município de Aracati, esse último atualmente com as obras suspensas, até que apresente o EIA/RIMA (DENÚNCIAS..., 2009). Outras 6 usinas atualmente estão em outorga (BRASIL, 2009a).

4.4 PARANÁ

A primeira usina eólica do sul do Brasil e única do Paraná opera na cidade de Palmas (FIG. 15) desde 2000. Gera 2,5 MW, através de 5 turbinas de 0,5 MW, as mesmas utilizadas nas usinas de Prainha e Taíba, no Ceará (BRASIL, 2003).



FIGURA 15 - Eólio - Elétrica de Palmas.

Fonte: BRASIL, 2003.

Segundo o Coordenador de Energias Renováveis da Companhia Paranaense de Energia (Copel), além de relatos de trabalhadores da usina, não há registro de acidentes em aves ou morcegos com os aerogeradores de Palmas (SCHULTZ, 2009), apesar de algumas espécies de morcegos habitarem ambientes próximos, entre elas a espécie ameaçada *Myotis ruber*, VU no país e com dados insuficientes (DD) no PR (MIRANDA; MORO-RIOS; PASSOS, 2008). Esse morcego insetívoro habita capões de matas, hoje em dia quase ausentes na região do empreendimento, por razão das atividades agropecuárias. Há apenas um fragmento de mata de tamanho considerável nas proximidades do parque, onde foram capturadas 9 espécies de Chiroptera. Nas 3 campanhas semestrais de monitoramento da quiropteroфаuna realizadas no Parque Eólico Água Doce, distante apenas algumas centenas de metros do parque de Palmas, não foi observada nenhuma carcaça de morcego ou ave próxima aos aerogeradores, o que não signifique que o impacto não existe, já que foram observadas espécies carniceiras que podem estar removendo as carcaças antes dessas serem notadas (AMBIENS, 2008a, 2008b, 2009a).

4.5 SANTA CATARINA

Data de 2002 a instalação da primeira turbina eólica de Santa Catarina, em Bom Jardim da Serra (FIG. 16). A turbina de 600 kW e 50 m de altura funciona experimentalmente, alimentando o sistema de iluminação da Serra do Rio do Rastro e parte do município onde se localiza (GUIA..., 2009).



Figura 16: Eólica de Bom Jardim da Serra.

Fonte: BRASIL, 2003.

Localizada no alto da serra em uma região de agropecuária, a turbina eólica não apresenta impacto significativo. Devido a ser a única na região, é facilmente evitada por aves e morcegos, não tão abundantes na localidade.

Já no ano seguinte, em 2003, duas usinas novas entraram em operação em Santa Catarina, ambas no município de Água Doce, localizado na divisa com a cidade de Palmas, no Paraná. O Parque Eólico do Horizonte (FIG. 17) possui 8 aerogeradores de 600 kW, totalizando 4,8 MW. Já o Parque Eólico Água Doce (FIG. 18) conta com 15 aerogeradores do mesmo modelo ao anterior, com altura das torres de 63 m. O total gerado é de 9 MW (BRASIL, 2009a; PREFEITURA MUNICIPAL DE ÁGUA DOCE, 2009).



FIGURA 17 - Parque Eólico do Horizonte.

Fonte: <http://www.panoramio.com/photo/19773291>.



FIGURA 18 - Parque Eólico Água Doce.

Fonte: <http://www.flickr.com/photos/fklotz/1213777269>.

Devido a essas 2 usinas eólicas se localizarem juntas à usina de Palmas (PR), os impactos são semelhantes, ou seja, não expressivos, apesar do número de aerogeradores nas usinas catarinenses ser maior do que na do Paraná. Após 3 das 7 campanhas semestrais de

monitoramento que estão ocorrendo em cada uma das usinas eólicas, não foi registrada nenhuma espécie morta de ave ou morcego, embora o intervalo entre as expedições proporcione uma possível remoção das carcaças por parte dos animais carniceiros ali presentes (*Caracara plancus* - carcará, *Coragyps atratus* – urubu-de-cabeça-preta, *Cerdocyon thous* - graxaim, entre outros). Em relação às aves, registraram-se indivíduos da espécie ameaçada (VU) noivinha-de-rabo-preto (*Xolmis dominicanus*) presentes no local. Ainda, foi identificado comportamento de risco para algumas espécies de aves, tais como maria-faceira (*Syrigma sibilatrix*), curicaca (*Theristicus caudatus*) e garça-branca-grande (*Ardea alba*), possíveis portadoras dos ossos encontrados próximos a 2 aerogeradores do Parque Eólico Água Doce. Entretanto, há uma certa chance desses ossos terem sido levados até o local por animais carniceiros ou carnívoros (AMBIENS, 2008a, 2008b, 2008c, 2008d, 2009a, 2009b).

Sendo assim, apesar de não ser ainda possível definir se está havendo algum impacto nas aves e morcegos em virtude da operação dos aerogeradores, a princípio esse pode ser interpretado como neutro, já que não foi verificado ao longo desses anos de monitoramento.

Também no ano de 2003, iniciou-se o licenciamento ambiental de uma usina eólica na cidade de Laguna. Tal empreendimento, após obter a Licença Prévia (LP), teve seu licenciamento indeferido, devido ao grande potencial impactante à avifauna, de acordo com os técnicos da Fundação do Meio Ambiente de SC (FATMA). A região de Laguna é formada por um complexo de corpos hídricos lênticos e lóticos interligados e suas vegetações associadas, ou seja, apresenta alta atratividade para aves. Em vistoria a campo, uma das técnicas responsáveis chegou a relatar que em uma das lagoas não era possível observar a lâmina d'água, tamanha a quantidade de frangos d'água (espécies da família Rallidae) ocorrentes no local, sendo que a futura disposição dos aerogeradores seria ao redor dessa e de outras lagoas próximas às dunas e praias (BEGE, comunicação pessoal).

Outro fator que impossibilita ainda mais o empreendimento é a existência de expressivos corredores migratórios no litoral sul de SC. Muitas espécies permanecem ao longo das grandes extensões de praias, lagoas e banhados, quando chega o inverno em sua região de origem, retornando a seu local de origem no próximo verão. Durante esse período, centenas de indivíduos pertencentes principalmente às famílias Haematopodidae, Charadriidae, Scolopacidae, Recurvirostridae, Laridae e Rynchopidae são observados, sendo que a maior parte dos espécimes são setentrionais (BEGE; MARTERER, 1991).

As usinas novas, em processo de planejamento ou instalação, estão sendo licenciadas de acordo com a legislação específica do estado, que prevê que usinas eólicas de até 10 MW apresentem RAS, enquanto as que possuem maior potência devem apresentar EIA/RIMA (SANTA CATARINA, 2008).

Uma dessas é o Parque Eólico Boa Vista. Será instalado na Serra da Boa Vista, entre Rancho Queimado e Alfredo Wagner, com potência de 28,8 MW, fornecida por 16 aerogeradores com capacidade individual de 1,8 MW. As torres possuirão 80 m de altura e as pás diâmetro de 90 m. O equipamento tem instalação prevista para dezembro de 2010 e operação para maio de 2011, em uma zona de transição entre Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista e Campos Naturais (TERRA AMBIENTAL, 2009).

Por meio do monitoramento prévio de 1 ano, é esperada a ocorrência de pelo menos 138 espécies de aves na área de estudo, a maioria com ampla distribuição geográfica e bastante frequentes em áreas abertas e sistemas agropecuários. As espécies mais vulneráveis são as que fazem longos vôos diários ou ficam planando por períodos prolongados, como as das famílias Cathartidae (urubus), Acciptridae e Falconidae (gaviões), Strigidae (corujas), Ardeidae (garças), Columbidae (pombas), Apodidae (andorinhões) e Hirundinidae (andorinhas). A área não é ponto de passagem para grandes bandos migratórios, embora estudos mais detalhados e maior tempo de monitoramento sejam importantes para elucidar essa questão. Como não há lista de fauna ameaçada de extinção no estado, utilizou-se as listas nacional e estadual do PR e RS. Das espécies ocorrentes, 35 estão ameaçadas, entre: macuco, urubu-rei, águia-cinzenta, gavião-pato, açari-banana, açari-poca, galinha-do-mato, limpa-folha-coroado e tesourinha-da-mata, esses criticamente em perigo (CR) na lista de fauna ameaçada do RS (MARQUES et al., 2002; TERRA AMBIENTAL, 2009).

Para quirópteros também foi feito monitoramento prévio de 1 ano. Há 17 espécies de morcegos de possível ocorrência. Apesar da utilização de redes de neblina, nenhum espécime foi capturado, embora tenham sido observados no início da noite em várias ocasiões. As espécies que se encontram ameaçadas são *Chrotopterus auritus*, *Diphylla ecaudata* e *Mimon bennettii*, VU no PR, *Myotis ruber*, VU no RS e Brasil e DD no PR (TERRA AMBIENTAL, 2009).

O impacto de interferência na fauna durante a instalação, através de atividades como terraplanagem, instalação do canteiro de obras, operação de máquinas e equipamentos e o aumento de ruídos, além da remoção da vegetação de *Pinus* e pastagens, e conseqüente redução

de alimento, leva ao deslocamento das espécies para outras áreas, como plantações e áreas residenciais. Na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento localiza-se a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Rio das Furnas de 20 ha, considerada como área de refúgio. Os indivíduos afugentados poderão passar a habitar a área dessa RPPN, ou então a de alguma das 3 RPPN's da Área de Influência Indireta (AII). Depois de cessadas as atividades de implantação, parte da fauna deverá retornar gradativamente aos seus antigos habitats, a partir da recuperação das áreas degradadas, embora possivelmente não haverá a mesma composição que há atualmente (TERRA AMBIENTAL, 2009).

A elevada altura das torres e o tamanho das pás podem impactar as aves. Entretanto, fora das rotas de migração raramente as aves são perturbadas, tendendo a mudar sua rota de voo entre 100 a 200 m acima ou ao lado da turbina. A avifauna também pode ser afetada pelo afugentamento de espécies pelos aerogeradores, embora a maioria das aves não se sinta ameaçada, se acostumando com eles rapidamente (WIZELIUS, 2007 apud TERRA AMBIENTAL, 2009). Como medida compensatória ocorrerá o programa de monitoramento da avifauna, que visa identificar as espécies e seus hábitos para posteriormente quantificar os impactos sobre essas. Será executado por pelo menos um ano, para fornecer uma caracterização completa da avifauna, dado o caráter sazonal de aparição das aves e a ocorrência de eventuais fluxos migratórios (TERRA AMBIENTAL, 2009).

Os morcegos serão estudados no programa de monitoramento e manejo da fauna terrestre, como medida compensatória, embora maiores detalhes tenham sido suprimidos no EIA/RIMA (TERRA AMBIENTAL, 2009).

Outras 13 usinas também se encontram em vias de serem licenciadas, em Água Doce, Bom Jardim da Serra e Laguna (BRASIL, 2009a).

4.6 RIO GRANDE DO NORTE

A primeira usina eólica do estado foi um projeto piloto da Petrobrás, inaugurado em janeiro de 2004. A Usina de Energia Eólica (UEE) de Macau (FIG. 19) gera 1,8 MW, por meio de 3 aerogeradores de 600 kW.



FIGURA 19 - Usina Eólica de Macau.

Fonte: <http://ecobriefings.com/wp-content/uploads/2009/07/macau.jpg>.

Não consta nenhum impacto dessa pequena usina eólica localizada em uma região de salinas à beira-mar.

Já o Parque Eólico Rio do Fogo (FIG. 20), formado por 61 turbinas de 800 kW e 1 de 500 kW, totalizando 49,3 MW, opera comercialmente desde julho de 2006 (SUE, 2008).



FIGURA 20 - Parque Eólico Rio do Fogo.

Fonte: SUE, 2008.

Instalada sobre dunas, a usina de Rio do Fogo, ao contrário das outras usinas analisadas, relatou um impacto positivo sobre a avifauna, registrando um número maior de espécies no local do que havia previamente à construção da usina. Isso pode ter ocorrido em parte devido a disposição dos aerogeradores em linhas separadas por largos corredores, além do baixo nível de ruído dos aerogeradores ali instalados, entre outros fatores a serem compreendidos, ainda que possa ter simplesmente ocorrido que uma espécie que já habitava o local e não tinha sido registrada no monitoramento anterior à instalação tenha sido após a operação, graças à intensificação do monitoramento (SUE, 2008).

Listada como participante do leilão de energia eólica, a UEE Morro dos Ventos será situada no município de João Câmara, interior do estado, no bioma Caatinga. Está projetada para uma capacidade instalada de 28,8 MW, através da operação de 16 aerogeradores de 1,8 MW, a serem instalados em uma área de 414 ha. Como o ambiente não é tão propício ao desenvolvimento da fauna, o impacto provavelmente será irrelevante. Não há APP's na área de influência, e das poucas espécies de aves que habitam ou passam pelo local, nenhuma está ameaçada localmente ou nacionalmente. O diagnóstico ambiental não relatou nenhuma espécie de morcego para o local do empreendimento. Ainda assim, está previsto o monitoramento da avifauna incluindo a quiropteroфаuna (GEOCONSULT, 2009).

Previstas para terem sua construção iniciada nos próximos anos, 8 usinas eólicas estão em processo de obtenção de Licença de Instalação (LI). São as seguintes: Fazenda Nova (180 MW), em Porto do Mangue; Alegria I (51 MW), Aratuá I (14,7 MW) e Alegria II (100,8 MW), em Guamaré; Ponta do Mel (50,4 MW), em Areia Branca; Vale da Esperança (29,7 MW), em Touros; Salina Diamante Branco (200 MW), em Galinhos; São Gonçalo (60 MW), em São Gonçalo do Amarante (BRASIL, 2009a).

4.7 RIO GRANDE DO SUL

Estado onde se localiza o maior parque eólico conjunto do país, o RS vem se destacando nos últimos anos na produção de energia eólica. Seu primeiro parque eólico, localizado em Osório (FIG. 21), no norte da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, em região

de Floresta Atlântica *stricto sensu*, foi dividido em 3 usinas (Osório, Sangradouro, Índios) de 50 MW cada (25 aerogeradores de 2 MW), para fins de licenciamento. Foram implantados corredores de 1 km entre as linhas de aerogeradores que possuem cerca de 135 m de altura cada, para a passagem da avifauna, que consiste em mais de 300 espécies no local. A entrada em operação dessas usinas foi em julho de 2006, outubro de 2006 e janeiro de 2007, respectivamente (MAIA, 2007a).



FIGURA 21 - Aproveitamento Eólico Integral de Osório.

Fonte: WOBEN, 2009.

A fim de se analisar as características comportamentais da avifauna local e sua relação com a mortalidade em função do parque eólico, em julho de 2006 começou o monitoramento da mortalidade da avifauna e em janeiro de 2007 o monitoramento de atividade da avifauna (MAIA, 2007a, 2007b, 2007c, 2008a, 2008b, 2008c, 2008d, 2009a, 2009b). Até agora, concluiu-se que: não há padrão de distribuição de aves ao longo do dia, podendo estar associado a características climáticas e comportamentais; o maior número de contatos aéreos foi registrado em campos alagados, tais como nos arrozais, e em vegetação arbórea; houve muitos registros de aves que habitam, forrageiam e têm territórios fixos nas áreas dos aerogeradores; há

um nítido corredor migratório de aves no local, fato esse que levou à implantação dos corredores entre linhas de turbinas; certas espécies como o maçarico-preto (*Plegadis chihi*) realizam voos diários entre áreas úmidas para forrageamento em altura compatível com os aerogeradores; há territórios de aves de rapina e sítios de nidificação na região das usinas; as aves terrícolas se recuperaram e aumentaram em número, devido à construção de estradas e drenagens durante a implantação das usinas, em detrimento das aves limnícolas; com o fim do monitoramento pré-operação, a curva do coletor se estabilizou, pois desde então foram registradas apenas 4 novas espécies, estando atualmente em 301; bandos com milhares de indivíduos de canário-de-bando (*Sicalis luteola*) tem sido observados se alimentando nos arrozais pela manhã, abandonando o local ao fim da tarde; a espécie mais freqüentemente registrada no monitoramento foi o quero-quero (*Vanellus chilensis*), que também foi a espécie mais atingida pelas turbinas e linhas de transmissão; as mudanças na avifauna entre as fases do empreendimento não foram significativas, estando relacionadas à abundância e não à freqüência e composição, em função do alagamento dos campos; os sinalizadores de avifauna, em formato espiral, não foram considerados efetivos, resultando em um número relevante de mortes de aves.

Quarenta e três foram as espécies de aves que tiveram espécimes mortos em razão da operação do parque eólico até o momento (MAIA, 2007a, 2007b, 2007c, 2008a, 2008b, 2008c, 2008d, 2009a, 2009b). Dessas, 35 são residentes, 7 são migratórias (*Botaurus pinnatus*, *Progne tapera*, *Progne chalybea*, *Podager nacunda*, *Tyrannus savana*, *Platycichla flavipes*, *Mycteria americana*) e 1 é vagante (*Porzana flaviventer*). Durante o primeiro ano, aplicando-se o fator de correção de remoção por carniceiros, 121,8 indivíduos foram mortos, dando um total de 1,37 aves/turbina/ano. Já no segundo ano, o número foi menor ainda, de 83,73 aves (0,94 aves/turbina/ano). Esse resultado, comparativamente com outras usinas (BARCLAY; BAERWALD; GRUVER, 2007) é baixo, provavelmente devido ao *layout* do empreendimento, além de características intrínsecas do ambiente e da possível adaptação das aves aos elementos novos na paisagem. O maior problema em relação às aves são as linhas de transmissão que partem das 3 usinas para a ligação com o SIN. Caso fossem subterrâneas, esse impacto seria anulado; no entanto, provavelmente isso inviabilizaria o parque, já que seu alto custo representa de 8 a 10% do total do empreendimento (MEDEIROS, 2009).

O monitoramento da mortalidade da quiropterofauna está sendo realizado desde julho de 2006, bem como o monitoramento de atividade de quirópteros, feito através de detectores por

ultrassom (MAIA, 2007a, 2007b, 2007c, 2008a, 2008b, 2008c, 2008d). No primeiro ano de monitoramento, 1339 espécimes de morcegos foram vitimados pelos aerogeradores, aplicando-se o fator de correção, ou seja, morreram 17,85 morcegos/turbina/ano, um impacto significativo, intermediário entre os valores já registrados para Altamont, Califórnia, E.U.A. (0,01 morcegos/turbina/ano e Mountaineer, West Virginia, E.U.A. (42,7 morcegos/turbina/ano) (BARCLAY; BAERWALD; GRUVER, 2007). Entre essas mortes, cerca de 579 ocorreram na usina de Sangradouro, 475 na usina de Osório e 285 na usina dos Índios. Essa diferença expressiva deve ocorrer devido à proximidade maior de Sangradouro e depois de Osório do Morro da Borússia, grande área de Mata Atlântica localizada na região. Ainda em relação ao número total de mortes, somente 184,9 delas aconteceram durante o período frio do ano, corroborando os dados do monitoramento da atividade de quirópteros que comprovam a maior atividade desses durante temperaturas maiores e com menor velocidade do vento, tanto para reprodução quanto alimentação. Esse padrão repete-se no hemisfério norte, em climas temperados (JOHNSON, 2005). Ao final do segundo ano de monitoramento, 731,12 indivíduos pereceram (9,75 morcegos/turbina/ano), um número muito menor, que necessita do término do monitoramento para se saber se foi apenas uma variação anual ou outra causa estaria envolvida nessa redução (MAIA, 2008d).

No total, foram registrados casos de colisão em morcegos de 8 espécies pertencentes a 3 famílias: *Tadarida brasiliensis*, *Molossus molossus*, *Nyctinomops laticaudatus* e *Promops nasutus* (Molossidae); *Lasiurus cinereus*, *Lasiurus ega* e *Lasiurus blossevillei* (Vespertilionidae); e *Artibeus lituratus* (Phyllostomidae). Os registros de mortalidade de *M. molossus*, *N. laticaudatus*, *P. nasutus*, *L. ega* e *A. lituratus* são novos em projetos eólicos. O caso de colisão de *A. lituratus*, uma espécie frugívora, é o primeiro registro de mortalidade de uma espécie de morcego filostomídeo. Os dados indicam que a mortalidade é altamente seletiva. Espécies de morcegos insetívoros das famílias Molossidae e Vespertilionidae, principalmente aqueles que realizam migrações, são dominantes na amostra. Aspectos comportamentais devem ser determinantes das probabilidades de colisão das espécies e, portanto, têm de ser melhor investigados, além do aguarde do término do monitoramento (RUI ; BARROS, 2008).

O estado possui 86 projetos inscritos para o leilão de energia eólica reserva a ocorrer no fim do ano (BRASIL, 2009c). Um desses, o Complexo Eólico Coxilha Negra, será mais detalhado a seguir.

Localizado no sudoeste do estado, em Santana do Livramento, o projeto do Complexo Eólico Coxilha Negra (CECN) prevê a instalação de 210 MW de energia, sendo que para o leilão de energia eólica reserva serão leiloados 3 módulos de 30 MW, cada um desses equivalendo a uma usina, no licenciamento. Os 3 módulos devem estar prontos no final de 2010 e funcionando no início de 2011 em uma área localizada nas proximidades (AII) da Área de Proteção Ambiental (APA) Ibirapuitã. Encontra-se no bioma Pampa, em área ocupada principalmente por pastagem nativa e mata ciliar, com predominância de pecuária extensiva e cultivo de cereais (AMBIOTECH, 2008).

Foi obtido no levantamento prévio da avifauna um total de 210 espécies. Considerando apenas as espécies registradas durante as duas fases de campo realizadas, obteve-se a confirmação de ocorrência de 166 espécies, além de 3 espécies novas registradas na primeira campanha do monitoramento anual (HIDROBRASIL, 2009). Trinta e cinco espécies são registros novos para o local. Dentre todas as espécies, o pato-do-mato *Cairina moschata* (em perigo - EN), o gavião-cinza *Circus cinereus* (VU), a águia-chilena *Buteo melanoleucus* (VU), o junqueiro-de-bico-reto *Limnoctites rectirostris* (VU), o lenheiro *Asthenes baeri* (VU) e o papa-moscas-do-campo *Culicivora caudacuta* (CR) estão ameaçados no Rio Grande do Sul (AMBIOTECH, 2008; MARQUES et al., 2002). Ainda, analisando diversos fatores de risco simultaneamente, tais como altura de voo e ocorrência de migrações, entre outros (QUADRO 1), os resultados apontam que 45% das espécies (95) têm uma alta vulnerabilidade de colisão, um dado certamente preocupante (AMBIOTECH, 2008).

QUADRO 1 - Fatores de risco de colisão das principais famílias de aves da região do CECN.

Fator de risco \ Família	Accipitridae	Anatidae	Anhimidae	Apodidae	Ardeidae	Caprimulgidae	Charadriidae	Ciconiidae	Columbidae	Falconidae	Hirundinidae	Phalacrocoracidae	Podicipedidae	Rallidae	Scolopacidae	Strigidae	Threskiornithidae	Tytonidae
Deslocamentos frequentes em busca de ambientes aquáticos		X	X		X		X	X				X	X	X	X		X	
Alta velocidade de deslocamento em voo	X	X		X			X		X	X	X	X	X	X	X		X	
Altura de voo compatível com as pás dos aerogeradores	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Tamanho corporal e envergadura	X		X		X			X										
Deslocamentos noturnos		X			X	X	X							X	X	X		X
Migrações ou deslocamentos sazonais em menor escala	X	X		X			X	X		X	X		X	X	X		X	
Comportamento predatório	X									X								
Concentrações em grandes bandos		X		X	X		X	X	X		X	X		X	X		X	
Atividade quase exclusivamente aérea				X							X							
Forrageio aéreo	X			X						X	X							

Fonte: AMBIOTECH, 2008.

Também suscetível a potenciais impactos relacionados às turbinas eólicas, a fauna de morcegos dessa região é composta principalmente por espécies insetívoras (Vespertilionidae e Molossidae). Embora não tenha sido capturado nenhum morcego no decorrer deste estudo, a presença e a abundância de abrigos, bem como a presença de fezes de morcegos insetívoros em abrigos revelam a área como um grande potencial de ocupação (AMBIOTECH, 2008; HIDROBRASIL, 2009).

Quanto aos impactos ambientais mais relevantes à fauna alada durante a operação, movimentos de grandes grupos de aves aquáticas e limnícolas podem ser influenciados negativamente pela presença de um parque eólico com um grande conjunto de unidades geradoras. Além disso, um grande número de aves migratórias ou espécies que realizam deslocamentos sazonais de menor amplitude e utilizam a área como local de invernada ou reprodução, também poderão ser afetados. Como medida a ser tomada, consta a identificação das principais rotas de migração e quantificação de aves aquáticas e limnícolas nas áreas úmidas das AID e AII do empreendimento (AMBIOTECH, 2008).

A colisão com os aerogeradores trata-se do principal impacto resultante da implantação do empreendimento sobre a avifauna local. Um grande número de espécies estará suscetível a colisões, principalmente aquelas pertencentes às famílias Anhimidae, Anatidae, Podicipedidae, Phalacrocoracidae, Threskiornitidae, Ardeidae, Ciconiidae, Accipitridae, Falconidae, Ralidae, Charadriidae, Scolopacidae, Columbidae, Tytonidae, Strigidae, Caprimulgidae, Apodidae e Hirundinidae. Recomenda-se a execução de um programa de monitoramento do risco de colisão durante a fase de operação e uma análise quantitativa dos óbitos que ocorrerão por este motivo. Além disso, sugere-se a coleta de dados sobre a vulnerabilidade de cada espécie, a altura de vôo, presença de movimentos, existência de agrupamentos intra ou interespecíficos, frequência com que as espécies transitam nas proximidades dos aerogeradores e o comportamento de cada espécie em virtude de condições climáticas adversas (AMBIOTECH, 2008).

Ainda, podem ocorrer colisões de morcegos em vôo com as pás dos aerogeradores, geralmente causando a morte do animal. Para isso, será executado programa de monitoramento da quiropteroфаuna na fase de operação, como forma de subsidiar medidas preventivas e mitigadoras a serem adotadas (AMBIOTECH, 2008).

Havia ainda o projeto do Parque Eólico Capão do Tigre, que visava implantar 180 MW no nordeste do estado, entre os municípios de São José dos Ausentes e Bom Jesus (BRASIL, 2009b). O licenciamento estava sendo conduzido, com a conclusão e aprovação dos estudos ambientais prévios; porém, um reflorestamento de *Pinus* situado na área de influência do empreendimento impossibilitou sua instalação, devido à diminuição do seu fator de potência.

No litoral do RS há pelo menos 2 projetos de usinas habilitados para o leilão de energia eólica, localizados nos municípios de Rio Grande e Santa Vitória do Palmar, com previsão de gerar 70 MW e 80 MW, respectivamente, por meio de 35 e 40 aerogeradores de 2 MW. A LP desses empreendimentos deve sair em breve; no entanto, é provável que não cheguem a receber a LI, em virtude do grande impacto esperado para aves nos 2 empreendimentos. Apesar de o ambiente ser propício para a geração de energia eólica, com velocidade média do vento à altura do aerogerador de 9,4 m/s e 11,1 m/s, respectivamente, ambos os parques apresentam características similares ao parque eólico que teve sua construção negada em Laguna. Situam-se sobre restinga, entre grandes lagoas, em áreas de grande concentração de aves, constituindo uma rota migratória obrigatória para aves de habitats costeiros, que atravessa o litoral de todo estado e parte de SC, sendo mais intensa no sul do RS (NAPEIA, 2009a, 2009b).

Já em quirópteros não deve haver impacto, em virtude das condições climáticas e geográficas locais que não propiciam o desenvolvimento de grandes populações. Poucas espécies são encontradas na área, mas nenhuma ameaçada de extinção (NAPEIA, 2009a, 2009b).

Outras usinas estão em implantação. São: Parque Eólico Elebrás Santa Vitória do Palmar 1 (126 MW), em Santa Vitória do Palmar; Parque Eólico Elebrás Cidreira 1 (70 MW), em Tramandaí; Parque Eólico de Palmares (7,562 MW) e Parque Eólico Pinhal (9,35 MW), em Palmares do Sul; Parque Eólico Tainhas I (15 MW), em São Francisco de Paula; Parque Eólico Xangri-lá II (6 MW), em Capão da Canoa; Parque Eólico Giruá (11,05 MW), em Giruá; Piloto de Rio Grande (4,5 MW), em Rio Grande (BRASIL, 2009a).

4.8 PARAÍBA

Com início da operação da primeira usina em novembro de 2007, atualmente há 2 parques eólicos em Mataraca, um deles (Vale dos Ventos) (FIG. 22) composto por 10 usinas com

6 aerogeradores de 0,8 MW cada, e outro (Millenium) (FIG. 23), com uma usina com 10,4 MW, gerados por meio de 13 turbinas iguais as do parque anterior (WOBBEN WINDPOWER, 2009).



FIGURA 22 - Parque Eólico Vale dos Ventos.

Fonte: WOBBEN WINDPOWER, 2009.



FIGURA 23 - Parque Eólico Millenium.

Fonte: WOBBEN WINDPOWER, 2009.

O Parque Eólico Vale dos Ventos, que ocupa uma faixa de praia de aproximadamente 9 km de extensão e 600 m de largura, é na verdade um empreendimento só, dividido em 10 para ter seu licenciamento facilitado. Além do suposto licenciamento irregular, o parque, cujo proprietário é uma empresa australiana, está em investigação judicial por restringir o acesso dos moradores à praia, por meio de cercas e de pessoal armado (ONG..., 2009). Ainda, segundo a Organização Não Governamental (ONG) S.O.S Caranguejo Uçá, nos estudos para o licenciamento do parque eólico, não há nada falando sobre o impacto na avifauna ou quiropteroфаuna (FILHO, comunicação pessoal).

Estão em planejamento as usinas de Alhandra (5,4 MW), na cidade de mesmo nome, e Vitória (4,25 MW), também em Mataraca (BRASIL, 2009a).

4.9 PIAUÍ

Em Parnaíba, funciona desde 13 de fevereiro desse ano a usina eólica Pedra do Sal (FIG. 24), com 18 MW, produzidos por 20 aerogeradores.



FIGURA 24 - Usina Eólica Pedra do Sal.

Fonte: <http://www.panoramio.com/photo/17032187>.

Um dos engenheiros que trabalham na empresa responsável pela usina (Tractebel) afirmou que, segundo os relatórios ambientais, não há impacto sobre a fauna alada (comunicação pessoal). Tal resultado é duvidoso, visto que a usina eólica Pedra do Sal, posicionada sobre dunas frontais, encontra-se em proximidade ao delta do Rio Parnaíba, local com grande atratividade à avifauna. O engenheiro referido chegou a comentar que a qualidade desses relatórios é inapropriada (SILVA, comunicação pessoal).

Futuramente será implantada a usina de Praia do Arrombado em Luís Correia, que irá gerar 23,4 MW.

4.10 RIO DE JANEIRO

O Rio de Janeiro ainda não possui nenhum parque eólico em operação. Porém, na cidade de São Francisco de Itabapoana, a construção da usina de Gargaú (28,05 MW) está prevista para ocorrer ainda esse ano, com a entrada em operação em junho de 2010 (PREFEITURA MUNICIPAL DE ITABAPOANA, 2009). Além dessa, mais 3 UEE's estão previstas nessa cidade (UEE Maravilha – 49,6 MW, UEE Saco Danta – 26,4 MW, UEE Mundéus – 23,8 MW), uma em Arraial do Cabo (Quintanilha Machado I – 135 MW) e uma em São João da Barra (UEE Coqueiro – 14,4 MW) (BRASIL, 2009a).

4.11 BAHIA

O estado da Bahia será o 11º estado brasileiro a possuir uma usina eólica em operação. Embora ainda em fase de licenciamento prévio, está prevista a construção de parques eólicos no estado, a partir do primeiro semestre de 2010, entrando em operação em 2012. O projeto prevê a geração de 177 MW nos municípios de Caetitê (40 aerogeradores) e Igaporã (78 aerogeradores) (ENERGIA..., 2009).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise de todas informações referentes às usinas eólicas em operação no Brasil, foi produzida uma tabela sintetizando os dados obtidos a respeito do impacto sobre a avifauna e quiropterofauna (TAB. 1), e outra resumindo as causas desses impactos e as medidas propostas e utilizadas para mitigá-los (QUADRO 2).

TABELA 1 - Usinas eólicas brasileiras em operação: potência, localização e impacto gerado sobre aves e morcegos.

Usina	Potência (MW)	Município - Estado	Impacto em Aves	Impacto em Chiroptera
Praia Formosa	104,4	Camocim – CE	Incerto	Incerto
Eólica Icaraizinho	54,6	Amontada – CE	Incerto	Incerto
Parque Eólico de Osório	50	Osório – RS	Negativo*	Negativo
Parque Eólico dos Índios	50	Osório – RS	Negativo*	Negativo
Parque Eólico Sangradouro	50	Osório – RS	Negativo*	Negativo
RN 15 - Rio do Fogo	49,3	Rio do Fogo – RN	Neutro	Neutro
Eólica Praias de Parajuru	28,804	Beberibe – CE	Incerto	Incerto
Parque Eólico de Beberibe	25,6	Beberibe – CE	Neutro	Neutro
Foz do Rio Choró	25,2	Beberibe – CE	Incerto	Incerto
Eólica Paracuru	23,4	Paracuru – CE	Incerto	Incerto
Pedra do Sal	18	Parnaíba – PI	Neutro	Neutro
Taíba-Albatroz	16,5	São Gonçalo do Amarante – CE	Incerto	Incerto
Eólica Canoa Quebrada	10,5	Aracati – CE	Incerto	Incerto
Millennium	10,2	Mataraca – PB	Incerto	Incerto
Eólica de Prainha	10	Aquiraz – CE	Neutro	Neutro
Eólica Água Doce	9	Água Doce – SC	Neutro	Neutro
Eólica de Taíba	5	São Gonçalo do Amarante – CE	Neutro	Neutro

TABELA 1 - Usinas eólicas brasileiras em operação: potência, localização e impacto gerado sobre aves e morcegos (continuação).

Usina	Potência (MW)	Município - Estado	Impacto em Aves	Impacto em Chiroptera
Parque Eólico do Horizonte	4,8	Água Doce – SC	Neutro	Neutro
Albatroz	4,5	Mataraca – PB	Incerto	Incerto
Atlântica	4,5	Mataraca – PB	Incerto	Incerto
Camurim	4,5	Mataraca – PB	Incerto	Incerto
Caravela	4,5	Mataraca – PB	Incerto	Incerto
Coelhos I	4,5	Mataraca – PB	Incerto	Incerto
Coelhos II	4,5	Mataraca – PB	Incerto	Incerto
Coelhos III	4,5	Mataraca – PB	Incerto	Incerto
Coelhos IV	4,5	Mataraca – PB	Incerto	Incerto
Mataraca	4,5	Mataraca – PB	Incerto	Incerto
Presidente	4,5	Mataraca – PB	Incerto	Incerto
Lagoa do Mato	3,23	Aracati – CE	Incerto	Incerto
Eólio - Elétrica de Palmas	2,5	Palmas – PR	Neutro	Neutro
Mucuripe	2,4	Fortaleza – CE	Neutro	Neutro
Macau	1,8	Macau – RN	Neutro	Neutro
Eólica-Elétrica Experimental do Morro do Camelinho	1	Gouveia – MG	Neutro	Neutro
Eólica de Bom Jardim	0,6	Bom Jardim da Serra – SC	Neutro	Neutro
Eólica de Fernando de Noronha	0,225	Fernando de Noronha – PE	Negativo	Neutro
Eólica Olinda	0,225	Olinda – PE	Neutro	Neutro

* Causado pelas linhas de transmissão

Obs: impacto negativo = prejudicial.

Fonte: BRASIL, 2009a.

QUADRO 2 - Principais causas do impacto em aves e morcegos e suas medidas mitigatórias.

Causas	Soluções
Aerogeradores antigos (pequenos, barulhentos, com torres treliçadas e pás metálicas)	Instalação de aerogeradores modernos (porte médio a grande, com ruído reduzido, com torres tubulares e pás de material sintético)
Altas densidades, habitats preferenciais	Evitar implantação em zonas de abundância e grande atratividade para reprodução, repouso e alimentação de aves e morcegos através de estudos ambientais prévios rigorosos
Atividade/comportamento e morfofisiologia da espécie	Monitoramentos longos pré/pós-operação, repelentes sonoros, visuais e eletromagnéticos, tanto de aves e morcegos quanto de suas presas
Condições meteorológicas adversas (inversão térmica, chuva intensa, vento muito forte ou muito fraco)	Maior velocidade do vento de partida do aerogerador, menor velocidade de corte, desligamento sob condições adversas
Exclusão e redução de habitat disponível	Efetiva recuperação de áreas degradadas
Linhas de transmissão aéreas	Instalação de linhas de transmissão subterrâneas ou então aéreas com sinalizadores de avifauna
Presença de rotas migratórias	Estudos ambientais prévios rigorosos para orientar a disposição dos aerogeradores em linhas espaçadas com corredores

Em suma, apesar de serem poucos os aerogeradores do arquipélago de Fernando de Noronha apresentam impacto significativo sobre as aves marinhas presentes, em razão da importância da área para a avifauna. Já as turbinas continentais em Pernambuco, Minas Gerais, Ceará, Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Norte, muitas delas experimentais, por serem de porte não tão elevado, em pequeno número e em regiões onde não há altas concentrações de aves, morcegos e corredores migratórios, aparentemente não causam impacto negativo nesses. Em relação ao Rio Grande do Sul, o parque eólico de Osório, em razão de sua localização e porte tem

causado morte principalmente em morcegos insetívoros durante os meses quentes e em menor escala em aves residentes colididas nas linhas de transmissão do parque. Por fim, os grandes parques eólicos em operação principalmente no Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba, apesar de reportarem que não há impacto sobre a fauna alada, devem ter seus dados contestados, visto que muitas dessas usinas têm potencial para causar impactos relevantes e estão sofrendo denúncias e investigações de licenciamento irregular, além do que o monitoramento da avifauna e quiropteroфаuna não foi finalizado em muitas dessas, que recém entraram em operação.

Muitos estudos podem ser sugeridos para que se conheça seu real impacto em relação às outras usinas. Desde a comparação entre mortes por potência gerada, tanto entre modelos, estados, países, quanto a correlação entre diferentes tipos de ambientes, latitudes e a mortalidade por potência, sendo possível também comparar a riqueza e abundância com a temperatura e ventos, entre outros fatores bióticos e abióticos. Também podem ser feitas comparações entre os resultados obtidos por empresas de consultorias contratadas e os resultados feitos por pesquisas independentes, utilizando-se as mesmas metodologias. Enfim, há uma grande gama de oportunidades de estudo para essa linha de pesquisa entorno dos impactos da energia eólica sobre Chiroptera e Aves.

Somente após os estudos mais aprofundados dessas usinas é que se pode definir se seu impacto é estatisticamente neutro, como na maior parte das primeiras usinas brasileiras, ou então supera os benefícios da “energia limpa”, como em casos excepcionais na Europa e América do Norte.

REFERÊNCIAS

ENERGIA eólica chega à Bahia. **A Tarde On Line**. Disponível em: <<http://www.atarde.com.br/>>. Acesso em: 7 mar. 2009.

AHLÉN, I. **Wind turbines and bats – a pilot study**. Disponível em: <http://www.eurobats.org/documents/pdf/AC9/Doc_AC9_14_Wind_turbines_pilot_study.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2009.

AHLÉN, I. et al. **Fladdermöss och havsbaserade vindkraftverk studerade i södra Skandinavien**. 2007. Disponível em: <<https://www.naturvardsverket.se/4545/Documents/publikationer/620-5748-0.pdf>>. Acesso em: 2 jun. 2009.

AMARANTE, O. A. C. et al. **Atlas do potencial eólico brasileiro**. Brasília, 2001. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?link=/atlas_eolico_brasil/atlas.htm>. Acesso em: 5 ago. 2009.

AMBIENS. **Relatório de monitoramento de fauna para renovação da licença ambiental de operação do Parque Eólico Água Doce – 1ª Campanha**. Florianópolis: Ambiens, 2008a. 39 p.

_____. **Relatório de monitoramento de fauna para renovação da licença ambiental de operação do Parque Eólico Água Doce – 2ª Campanha**. Florianópolis: Ambiens, 2008b. 37 p.

_____. **Relatório de monitoramento de fauna para renovação da licença ambiental de operação do Parque Eólico Horizonte – 1ª Campanha**. Florianópolis: Ambiens, 2008c. 39 p.

_____. **Relatório de monitoramento de fauna para renovação da licença ambiental de operação do Parque Eólico Horizonte – 2ª Campanha**. Florianópolis: Ambiens, 2008d. 33 p.

_____. **Relatório de monitoramento de fauna para renovação da licença ambiental de operação do Parque Eólico Água Doce – 3ª Campanha**. Florianópolis: Ambiens, 2009a. 52 p.

_____. **Relatório de monitoramento de fauna para renovação da licença ambiental de operação do Parque Eólico Horizonte – 3ª Campanha**. Florianópolis: Ambiens, 2009b. 46 p.

DENÚNCIAS atribuem danos ambientais a parques eólicos no Ceará. **Ambiente Brasil**. Disponível em: <<http://noticias.ambientebrasil.com.br/noticia/?id=49229>>. Acesso em: 27 out. 2009.

AMBIOTECH. **Relatório ambiental simplificado** – Complexo Eólico Coxilha Negra. Curitiba: Ambiotech, 2008. 232 p.

AMERICAN BIRD CONSERVANCY. **American Bird Conservancy's Wind Energy Policy**. 2007. Disponível em: <http://www.abcbirds.org/abcprograms/policy/wind/wind_policy.html>. Acesso em: 4 set. 2009.

ARNETT, E. B. et al. **Effectiveness of changing wind turbine cut-in speed to reduce bat fatalities at wind facilities**. Austin: Bat Conservation International, 2009. 44 p.

_____. **Relationships between bats and wind turbines in Pennsylvania and West Virginia: an assessment of fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioral interactions with wind turbines**. 2005. Disponível em: <<http://www.batsandwind.org/pdf/postconpatbatfatal.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2009.

BAERWALD, E. F. et al. **Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines**. **Current Biology**, v.18, n.16, p.695-686, Aug. 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 15 maio 2009.

BARCLAY, R. M. ; BAERWALD, E. F. ; GRUVER, J. C. Variation in bat and bird fatalities at wind energy facilities: assessing the effects of rotor size and tower height. **Canadian Journal of Zoology**, v. 85, p. 381-387, 2007. Disponível em: <http://www.altamontsrc.org/alt_doc/barclay_et_al_2007_bat_and_bird_mortality_variation.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2009.

BARTHELMIE, R. J. et al. 1996. Meteorological aspects of offshore wind energy: observations from the Vindeby wind farm. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**, v. 62, n. 2-3, p.191-211, Sept. 1996. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 13 abr. 2009.

BAT CONSERVATION TRUST. 2009. **Wind turbines**. Disponível em: <http://www.bats.org.uk/pages/wind_turbines.html>. Acesso em: 18 ago. 2009.

BEGE, L. A. R.; MARTERER, B. T. P. **Conservação da avifauna na região sul do estado de Santa Catarina - Brasil**. Florianópolis: FATMA, 1991. 56 p.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Energia eólica**. 2003. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-Energia_Eolica\(3\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-Energia_Eolica(3).pdf)>. Acesso em: 2 maio 2009.

_____. **Capacidade de geração do Brasil**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.asp>>. 2009a. Acesso em: 23 nov. 2009.

_____. Ministério de Minas e Energia. Eletrosul Centrais Elétricas S.A. **Relatório ambiental simplificado – Parque Eólico Capão do Tigre**. Florianópolis: Eletrosul, 2009b. 322 p.

_____. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Leilão de Energia de Reserva – Eólica**. 2009c. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20090716_1.pdf>. Acesso em: 28 set. 2009.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986**. 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>>. Acesso em: 3 set. 2009.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução CONAMA nº 279, de 27 de junho de 2001**. 2001. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=277>>. Acesso em: 3 set. 2009.

CAMARGO, A. S. G. de. **Análise da operação das usinas eólicas de Camelinho e Palmas e avaliação do potencial eólico de localidades no Paraná**. 2005. 206f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Curitiba. 2005.

CORDEIRO, P. S. Bons ventos diz que parque eólico da Taíba é legal. **Ceará Agora**. 2008. Disponível em: <http://www.cearaagora.com.br/ver_news.asp?cod=11239>. Acesso em: 3 nov. 2009.

CENTRO BRASILEIRO DE ENERGIA EÓLICA. **Eólica**. 2009. Disponível em: <<http://www.eolica.org.br>>. Acesso em: 4 set. 2009.

CRYAN, P. M. Mating behavior as a possible cause of bat fatalities at wind turbines. **Journal of Wildlife Management**, v. 72, n. 3, p. 845-849, 2008.

DÜRR, T. ; BACH, L. 2004. Bat deaths and wind turbines—a review of current knowledge, and of the information available in the database for Germany. **Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz**, v. 7, p. 253–264, 2004.

GEOCONSULT. **Relatório ambiental simplificado** – UEE Morro dos Ventos I. Fortaleza: Geoconsult, 2009. 301 p.

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. **Global Wind 2008 Report**. 2008. Disponível em: <<http://www.gwec.net/fileadmin/documents/Global%20Wind%202008%20Report.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2009.

GUIA Turístico de Santa Catarina Município de Bom Jardim da Serra – Usina de Energia Eólica. **Radar Sul**. 2009. Disponível em: <<http://www.radarsul.com.br/bomjardimdaserra/usina.asp>>. Acesso em: 27 set. 2009.

HARBUSCH, C. ; BACH, L. **Windturbines and bat populations, guidelines for the planning process and impact assessments**. 2006. Disponível em: <http://www.bats.org.uk/publications_download.php/461/Harbusch_and_Bach.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2009.

HIDROBRASIL. **Monitoramento faunístico** – Relatório 01 – Complexo Eólico Coxilha Negra. Canoas: Hidrobrasil, 2009. 55 p.

HODOS, W. **Minimization of motion smear: reducing avian collisions with wind turbines**. Golden, Colorado: National Renewable Energy Laboratory, 2003. Disponível em: <<http://www.nrel.gov/docs/fy03osti/33249.pdf>>. Acesso em: 1 set. 2009.

HORN, J.; ARNETT, E. B.; KUNZ, T. H. Behavioral responses of bats to operating wind turbines. **Journal of Wildlife Management**, v. 72, n. 1, p. 123–132, Jan. 2008.

HÜPPOP, O. et al. Bird migration studies and potential collision risk with offshore wind turbines. **Íbis**, v. 148, n.1, p. 90-109, 2006. Disponível em: <<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/118619874/PDFSTART>>. Acesso em: 19 jan. 2009.

JEN, P. H.-S. ; MCCARTY, J. K. Bats avoid moving objects more successfully than stationary ones. **Nature**, v. 275, p. 743-744, Oct. 1978. Disponível em: <<http://www.nature.com/nature/journal/v275/n5682/pdf/275743a0.pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2009.

JOHNSON, G. D. A review of bat mortality at wind-energy developments in the United States. **Bat Research News**, v. 46, p. 45–49, 2005.

KUNZ, T. H. et al. Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. **Frontiers in Ecology Environment**, v. 5, n. 6, p. 312-324, 2007. Disponível em: <[http://www.esajournals.org/doi/abs/10.1890/1540-9295\(2007\)5%5B315%3AEIOWED%5D2.0.CO%3B2](http://www.esajournals.org/doi/abs/10.1890/1540-9295(2007)5%5B315%3AEIOWED%5D2.0.CO%3B2)>. Acesso em: 20 fev. 2009.

LAGE, A. C. ; BARBIERI, J. C. Avaliação de projetos para o desenvolvimento sustentável: uma análise do projeto de energia eólica do estado do Ceará com base nas dimensões da sustentabilidade. In: ENCONTRO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 25., 2001. **Anais...** Campinas: ANPAD, 2001. 1 CD-ROM.

LAYTON, J. Como funciona a energia eólica. **Como Tudo Funciona**. 2009. Disponível em: <<http://ambiente.hsw.uol.com.br/energia-eolica2.htm>>. Acesso em: 23 fev. 2009.

LISBOA, A. H. **Publicação eletrônica** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <sovernigo@gmail.com> em 21 set. 2009.

LONG, C. V. et al. Wind turbines and bat mortality: Interactions of bat echolocation pulses with moving turbine rotor blades. **Proceedings of the Institute of Acoustics**, v. 31, p. 185-192, 2009.

LOWTHER, S. **The European perspective : some lessons from case studies. Proceedings National Avian- wind power planning meeting III.** San Diego, CA: National Wind Coordinating Committee, 2000. Disponível em: <http://www.nationalwind.org/publications/wildlife/avian98/16-Lowther-European_Perspective.pdf>. Acesso em: 4 fev. 2009.

MAIA. **Relatório de monitoramento de operação do aproveitamento eólico integral de Osório** – Verão 2007. Porto Alegre : Maia, 2007a. 85 p.

MAIA. **Relatório de monitoramento de operação do aproveitamento eólico integral de Osório** – Outono 2007. Porto Alegre : Maia, 2007b. 109 p.

_____. **Relatório de monitoramento de operação do aproveitamento eólico integral de Osório** – Inverno 2007. Porto Alegre : Maia, 2007c. 88 p.

_____. **Relatório de monitoramento de operação do aproveitamento eólico integral de Osório** – Verão 2008. Porto Alegre : Maia, 2008a. 101 p.

_____. **Relatório de monitoramento de operação do aproveitamento eólico integral de Osório** - Outono 2008. Porto Alegre : Maia, 2008b. 97 p.

_____. **Relatório de monitoramento de operação do aproveitamento eólico integral de Osório** - Inverno 2008. Porto Alegre : Maia, 2008c. 79 p.

_____. **Relatório de monitoramento de operação do aproveitamento eólico integral de Osório** - Primavera 2008. Porto Alegre : Maia, 2008d. 169 p.

_____. **Relatório de monitoramento de operação do aproveitamento eólico integral de Osório** - Verão 2009. Porto Alegre : Maia, 2009a. 100 p.

_____. **Relatório de monitoramento de operação do aproveitamento eólico integral de Osório** - Outono 2009. Porto Alegre : Maia, 2009b. 92 p.

MARQUES, A. A. B. et al. (Org.). **Lista de referência da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul**: Decreto nº 41.672, de 11 junho de 2002. Porto Alegre: FZB/MCT-PUCRS/PANGAEA, 2002. 52 p.

MARQUES, J. **Turbinas eólicas**: modelo, análise e controle do gerador de indução com dupla alimentação. 2004. 132f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

MEDEIROS, C. Custo de conexão de parques eólicos representa até 10% do valor do empreendimento, diz ABEEólica. **ABEEólica**. 2009. Disponível em: <www.bioenergy.com.br/imprensa/75.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2009.

MENDES, L. ; COSTA, M. ; PEDREIRA, M. J. **A energia eólica e o ambiente: guia de orientação para a avaliação ambiental**. Alfragide: Instituto do Meio Ambiente, 2002. 66 p.

MIRANDA, J. M. D.; MORO-RIOS, R. F. ; PASSOS, F. C. Contribuição ao conhecimento dos mamíferos dos Campos de Palmas, Paraná, Brasil. **Biotemas**, v. 21, n. 2, p. 97-103, 2008.

NAPEIA. **Relatório ambiental simplificado – Central Geradora Eólica Cassino**. Caxias do Sul: Napeia, 2009a. 440 p.

_____. **Relatório ambiental simplificado – Central Geradora Eólica Santa Vitória do Palmar**. Caxias do Sul: Napeia, 2009b. 398 p.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. **National Research Council Wind Report 2007**. Disponível em: <http://www.prattsburghwind.com/UserFiles/File/National%20Research%20Council%20Wind%20Report%202007_2.pdf>. Acesso em: 5 maio 2009.

NICHOLLS, B. ; RACEY, P. A. Bats avoid radar installations: could electromagnetic fields deter bats from colliding with wind turbines?. **PLoS ONE**, v. 2, n. 3, p. e297, 2007.

ONG Sos Caranguejo Uçá denuncia irregularidades de empresa Pacific Hidro. **Paraibanews.com**. 2009. Disponível em: <<http://www.paraibanews.com/paraiba/ong-sos-caranguejo-uca-denuncia-irregularidades-de-empresa-pacific-hidro/>>. Acesso em: 6 out. 2009.

PARASCHIVOIU, I. **Wind turbine design: with emphasis on darrieus concept by ion paraschivoiu**. Montreal: Polytechnic International Press, 2004. 590 p.

PIMENTA, F. ; KEMPTON, W.; GARVINE, R. Combining meteorological stations and satellite data to evaluate the offshore wind power resource of Southeastern Brazil. **Renewable Energy**, p. 1-13, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 3 jun. 2009.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ÁGUA DOCE. **Parque Eólico do Horizonte e Parque Eólico Água Doce**. 2009. Disponível em: <<http://www.aguadoce.sc.gov.br/conteudo/?item=105&fa=6&cd=todos>>. Acesso em: 27 set. 2009.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITABAPOANA. **São Francisco será a primeira cidade geradora de energia eólica da região sudeste.** 2009. Disponível em: <<http://www.pmsfi.rj.gov.br/noti/noticia.php?id=342&mod=7>>. Acesso em: 14 set. 2009.

RAIO atinge torre de energia eólica de Fernando de Noronha. **JC Online.** 2009. Disponível em: <<http://jc.uol.com.br/canal/cotidiano/pernambuco/noticia/2009/03/14/raio-atinge-torre-de-energia-eolica-de-fernando-de-noronha-181832.php>>. Acesso em: 22 ago. 2009.

RODRIGUES, M. et al. Aves do Parque Nacional da Serra do Cipó: o Vale do Rio Cipó, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 2, p. 326-338, 2005.

ROGERS, S. E. et al. **Environmental studies related to the operation of wind energy conversion systems.** Washington: National Technical Information Service, 1978. Disponível em: <<http://openlibrary.org/b/OL17649533M/Environmental-studies-related-to-the-operation-of-wind-energy-conversion-systems>>. Acesso em: 25 mar. 2009.

_____. **Evaluation of the potential environmental effects of wind energy system development.** Columbus: Interim Final Report Battelle Columbus Labs., 1976. Disponível em: <<http://adsabs.harvard.edu/abs/1976STIN...7726663R>>. Acesso em: 2 jun. 2009.

RUI, A. M. ; BARROS, M. A. S. Primeiros registros de mortalidade de quirópteros por colisão com aerogeradores em projetos eólicos no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MASTOZOOLOGIA, 4., 2008. **Anais....** São Lourenço: SBMz, 2008. 1 CD-ROM.

SANTA CATARINA. Conselho Estadual de Meio Ambiente. **Resolução CONSEMA nº 3, de 13 de maio de 2008.** 2008. Disponível em: <<http://www.fundema.sc.gov.br/detalhe.php?CdSubCategoria=41>>. Acesso em: 27 set. 2009.

SAZIMA, I. ; HAEMIG, P. D. Aves, mamíferos e répteis de Fernando de Noronha. **Ecologia.Info**, #17. 2006. Disponível em: <<http://www.ecologia.info/fernando-de-noronha.htm>>. Acesso em: 4 set. 2009.

SCHULTZ, D. J. **Publicação eletrônica** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <sovernigo@gmail.com> em 17 set. 2009.

SILVEIRA, L. F. ; STRAUBE, F. C. 2008. Aves ameaçadas de extinção no Brasil. In: Machado, E. B. M. et al. (Ed.) **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008. p. 379-666.

SOCIEDADE PORTUGUESA PARA O ESTUDO DAS AVES. **Energia eólica e conservação da avifauna em Portugal.** 2005. Disponível em: <www.spea.pt/docs/energia_eolica_e_conservacao_da_avifauna_em%20Port_conclusoes.doc>. Acesso em: 2 jun. 2009.

SUAPE recebe equipamentos para eólicas. **Diário do Comércio e Indústria.** 2009. Disponível em: <<http://vpaper.dci.com.br/default.asp?ed=849>>. Acesso em: 4 set. 2009.

SUE, L. 2008. Energia Eólica. In: **Simpósio Internacional sobre Mudança de Clima & Oportunidade de Negócio com Créditos de Carbono.** Florianópolis: Fundação COGE. Disponível em: <http://www.funcoge.org.br/arquivos/Liu_Sue.pdf>. Acesso em: 22 set. 2009.

TERRA AMBIENTAL. **Implantação do Parque Eólico Boa Vista – estudo de impacto ambiental/relatório de impacto ambiental.** Florianópolis: Fatma, 2009. 62 p.

TUCKER, V. A. Using a collision model to design safer wind turbine rotors for birds. **Journal of Solar Energy Engineering**, v. 118, n. 4, p. 263-270, 1996.

VOOREN, C. M. ; BRUSQUE, L. F. **As Aves do ambiente costeiro do Brasil:** biodiversidade e conservação. Rio Grande: Fundação Universidade Federal do Rio Grande, 1999. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/guias_r8/perfuracao_r8/%C3%81reas_Priorit%C3%A1rias/Aves.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2009.

WEST, J. B. ; WATSON, R. R. ; FU, Z. 2007. Major differences in the pulmonary circulation between birds and mammals. **Respiratory Physiology & Neurobiology**, v. 157, n. 2-3, p. 383-390, Aug. 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 25 maio 2009.

WOBLEN WINDPOWER. Usinas eólicas instaladas. 2009. Disponível em: <<http://www.wobben.com.br/>>. Acesso em: 5 out. 2009.